



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE  
PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE - LA CARO - BRICEÑO

**PRESENTADO POR:**

JAIRO ANDRÉS NARANJO POSADA. **CÓDIGO:** 505317  
PABLO ANDRÉS ABRIL PARRA. **CÓDIGO:** 504637

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
BOGOTÁ D.C.  
2018



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE  
PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE - LA CARO - BRICEÑO

**PRESENTADO POR:**

JAIRO ANDRÉS NARANJO POSADA **CÓDIGO:** 505317  
PABLO ANDRÉS ABRIL PARRA **CÓDIGO:** 504637

**DIRECTOR:**

HÉCTOR CAMILO HIGUERA FLÓREZ

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
BOGOTÁ D.C.  
2018



## Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:  
**Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)**

Para leer el texto completo de la licencia, visita:  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

### Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra  
hacer obras derivadas

### Bajo las condiciones siguientes:



**Atribución** — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



**No Comercial** — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE  
PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE  
PUENTES VEHICULARES EN LA  
AUTOPISTA NORTE  
LA CARO - BRICEÑO

**FECHA: 2018**

**VERSIÓN 0**

**NOTA DE ACEPTACIÓN:**

---

---

---

---

---

---

---

**FIRMA DEL PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**FIRMA JURADO**

---

**FIRMA JURADO**

**BOGOTÁ D.C.**

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a nuestros padres: Marco Abril y Elvia Parra; y, Jairo Naranjo y Teresa Posada, por brindarnos su apoyo incondicional, por ser los promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

A nuestras familias porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de nosotros unas mejores personas y de una u otra forma nos acompañan en todos nuestros sueños y metas.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

## **AGRADECIMIENTOS**

Expresamos nuestra gratitud a la Universidad Católica de Colombia, a los docentes que nos impulsaron, que siempre ofrecieron lo mejor de sus capacidades, en especial a los docentes del área de estructuras por orientarnos y brindarnos sus conocimientos. Al ingeniero, profesor y amigo Héctor Camilo Higuera por su guía, dirección, sus enseñanzas, paciencia y conocimientos transmitidos, los cuales permitieron el exitoso desarrollo de este trabajo.

A todos nuestros amigos y compañeros con los que compartimos aulas y que de alguna manera nos aportaron en el aprendizaje académico y de la vida.

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--

## CONTENIDO

<b>RESUMEN.....</b>	<b>19</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>21</b>
<b>1 GENERALIDADES .....</b>	<b>22</b>
1.1 ANTECEDENTES.....	22
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	26
1.2.1 Descripción del problema .....	26
1.2.2 Formulación del problema .....	26
1.2.3 Sistematización .....	26
1.3 OBJETIVOS.....	27
1.3.1 Objetivo general. ....	27
1.3.2 Objetivos específicos.....	27
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	28
1.5 DELIMITACIÓN.....	29
1.5.1 Espacio .....	29
1.5.2 Tiempo .....	29
1.5.3 Contenido.....	30
1.5.4 Alcance .....	30
1.6 MARCO REFERENCIAL.....	31
1.6.1 Marco teórico.....	31
1.6.2 Condiciones iniciales .....	31
1.6.3 Etapas del proyecto.....	32
1.6.4 Tipos de lesiones o patologías .....	33
1.6.5 Causas de las lesiones.....	34
1.6.6 Marco conceptual .....	37
1.6.7 Marco legal.....	46

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

1.7	METODOLOGÍA .....	47
1.7.1	Tipo de Estudio .....	47
1.7.2	Fuentes de Información.....	48
<b>2</b>	<b>INSPECCIÓN DE PUENTES VEHICULARES.....</b>	<b>49</b>
2.1	PUENTE VEHICULAR RÍO BOGOTÁ ANTIGUO + AMPLIACIÓN .....	49
2.2	PUENTE VEHICULAR SERIES.....	66
2.3	PUENTE VEHICULAR CHÍA ORIENTAL.....	81
2.4	PUENTE VEHICULAR CHÍA OCCIDENTAL .....	97
2.5	PUENTE VEHICULAR CHÍA CENTRAL.....	113
2.6	PUENTE VEHICULAR NUEVO VARIANTE BOGOTÁ.....	128
2.7	PUENTE VEHICULAR TELETÓN CURVO.....	139
2.8	PUENTE VEHICULAR RANCHO JR .....	151
2.9	PUENTE VEHICULAR LA CARO NUEVO.....	162
2.10	PUENTE VEHICULAR LA CARO ANTIGUO CON AMPLIACIÓN .....	182
<b>3</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>199</b>
3.1	TIPOS DE PATOLOGÍAS ENCONTRADAS.....	200
3.2	PATOLOGÍAS FÍSICAS.....	202
3.3	PATOLOGÍAS QUÍMICAS .....	203
3.4	PATOLOGÍAS MECÁNICAS.....	205
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>209</b>
4.1	CONCLUSIONES .....	209
4.2	RECOMENDACIONES.....	211
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>212</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>215</b>



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Losas sobre vigas.	38
Figura 2. Losas simplemente apoyadas	39
Figura 3. Viga cajón	39
Figura 4. Armadura de paso superior	40
Figura 5. Armadura de paso inferior	40
Figura 6. Arco superior	41
Figura 7. Arco inferior	41
Figura 8. Juntas abiertas.	42
Figura 9. Juntas Selladas.	42
Figura 10. Juntas De Placa Dentada.	43
Figura 11. Juntas Deslizantes.	43
Figura 12. Flujograma de la metodología	47
Figura 13. Porcentaje tipo de patologías	200
Figura 14. Patologías físicas	202
Figura 15. Patologías químicas	203
Figura 16. Patologías mecánicas	205
Figura 17. Índice de daños por tipo de Patología	207
Figura 18. Patología por elemento	208

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de puente según la estructura transversal	38
Tabla 2. Geometría puente vehicular Rio Bogotá Antigo + Ampliación	49
Tabla 3. Inventario puente vehicular Rio Bogotá Antigo + Ampliación	49
Tabla 4. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antigo + Ampliación	50
Tabla 5. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antigo + Ampliación	51
Tabla 6. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antigo + Ampliación	52
Tabla 7. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antigo + Ampliación	53
Tabla 8. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antigo + Ampliación	54
Tabla 9. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antigo + Ampliación	55
Tabla 10. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antigo + Ampliación	56
Tabla 11. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antigo + Ampliación	57
Tabla 12. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antigo + Ampliación	58
Tabla 13. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antigo + Ampliación	59
Tabla 14. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antigo + Ampliación	60
Tabla 15. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antigo + Ampliación	61
Tabla 16. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antigo + Ampliación	62
Tabla 17. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antigo + Ampliación	63
Tabla 18. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antigo + Ampliación	64
Tabla 19. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antigo + Ampliación	65
Tabla 20. Geometría puente vehicular Series	66

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--

Tabla 21. Inventario puente vehicular Series	66
Tabla 22. Inspección puente vehicular Series	67
Tabla 23. Inspección puente vehicular Series	68
Tabla 24. Inspección puente vehicular Series	69
Tabla 25. Inspección puente vehicular Series	70
Tabla 26. Inspección puente vehicular Series	71
Tabla 27. Inspección puente vehicular Series	72
Tabla 28. Inspección puente vehicular Series	73
Tabla 29. Inspección puente vehicular Series	74
Tabla 30. Inspección puente vehicular Series	75
Tabla 31. Inspección puente vehicular Series	76
Tabla 32. Inspección puente vehicular Series	77
Tabla 33. Inspección puente vehicular Series	78
Tabla 34. Inspección puente vehicular Series	79
Tabla 35. Inspección puente vehicular Series	80
Tabla 36. Geometría puente vehicular Chía Oriental	81
Tabla 37. Inventario puente vehicular Chía Oriental	81
Tabla 38. Inspección puente vehicular Chía Oriental	82
Tabla 39. Inspección puente vehicular Chía Oriental	83
Tabla 40. Inspección puente vehicular Chía Oriental	84
Tabla 41. Inspección puente vehicular Chía Oriental	85
Tabla 42. Inspección puente vehicular Chía Oriental	86

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--

Tabla 43. Inspección puente vehicular Chía Oriental	87
Tabla 44. Inspección puente vehicular Chía Oriental	88
Tabla 45. Inspección puente vehicular Chía Oriental	89
Tabla 46. Inspección puente vehicular Chía Oriental	90
Tabla 47. Inspección puente vehicular Chía Oriental	91
Tabla 48. Inspección puente vehicular Chía Oriental	92
Tabla 49. Inspección puente vehicular Chía Oriental	93
Tabla 50. Inspección puente vehicular Chía Oriental	94
Tabla 51. Inspección puente vehicular Chía Oriental	95
Tabla 52. Inspección puente vehicular Chía Oriental	96
Tabla 53. Geometría puente vehicular Chía Occidental	97
Tabla 54. Inventario puente vehicular Chía Occidental	97
Tabla 55. Inspección puente vehicular Chía Occidental	98
Tabla 56. Inspección puente vehicular Chía Occidental	99
Tabla 57. Inspección puente vehicular Chía Occidental	100
Tabla 58. Inspección puente vehicular Chía Occidental	101
Tabla 59. Inspección puente vehicular Chía Occidental	102
Tabla 60. Inspección puente vehicular Chía Occidental	103
Tabla 61. Inspección puente vehicular Chía Occidental	104
Tabla 62. Inspección puente vehicular Chía Occidental	105
Tabla 63. Inspección puente vehicular Chía Occidental	106
Tabla 64. Inspección puente vehicular Chía Occidental	107

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--

Tabla 65. Inspección puente vehicular Chía Occidental	108
Tabla 66. Inspección puente vehicular Chía Occidental	109
Tabla 67. Inspección puente vehicular Chía Occidental	110
Tabla 68. Inspección puente vehicular Chía Occidental	111
Tabla 69. Inspección puente vehicular Chía Occidental	112
Tabla 70. Geometría puente vehicular Chía Central	113
Tabla 71. Inventario puente vehicular Chía Central	113
Tabla 72. Inspección puente vehicular Chía Central	114
Tabla 73. Inspección puente vehicular Chía Central	115
Tabla 74. Inspección puente vehicular Chía Central	116
Tabla 75. Inspección puente vehicular Chía Central	117
Tabla 76. Inspección puente vehicular Chía Central	118
Tabla 77. Inspección puente vehicular Chía Central	119
Tabla 78. Inspección puente vehicular Chía Central	120
Tabla 79. Inspección puente vehicular Chía Central	121
Tabla 80. Inspección puente vehicular Chía Central	122
Tabla 81. Inspección puente vehicular Chía Central	123
Tabla 82. Inspección puente vehicular Chía Central	124
Tabla 83. Inspección puente vehicular Chía Central	125
Tabla 84. Inspección puente vehicular Chía Central	126
Tabla 85. Inspección puente vehicular Chía Central	127
Tabla 86. Geometría puente vehicular Nuevo variante Bogotá	128

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--

Tabla 87. Inventario puente vehicular Nuevo variante Bogotá	128
Tabla 88. Inspección puente vehicular Nuevo variante Bogotá	129
Tabla 89. Inspección puente vehicular Nuevo variante Bogotá	130
Tabla 90. Inspección puente vehicular Nuevo variante Bogotá	131
Tabla 91. Inspección puente vehicular Nuevo variante Bogotá	132
Tabla 92. Inspección puente vehicular Nuevo variante Bogotá	133
Tabla 93. Inspección puente vehicular Nuevo variante Bogotá	134
Tabla 94. Inspección puente vehicular Nuevo variante Bogotá	135
Tabla 95. Inspección puente vehicular Nuevo variante Bogotá	136
Tabla 96. Inspección puente vehicular Nuevo variante Bogotá	137
Tabla 97. Inspección puente vehicular Nuevo variante Bogotá	138
Tabla 98. Geometría puente vehicular teletón curvo	139
Tabla 99. Detalles puente vehicular teletón curvo	139
Tabla 100. Inspección puente vehicular teletón curvo	140
Tabla 101. Inspección puente vehicular teletón curvo	141
Tabla 102. Inspección puente vehicular teletón curvo	142
Tabla 103. Inspección puente vehicular teletón curvo	143
Tabla 104. Inspección puente vehicular teletón curvo	144
Tabla 105. Inspección puente vehicular teletón curvo	145
Tabla 106. Inspección puente vehicular teletón curvo	146
Tabla 107. Inspección puente vehicular teletón curvo	147
Tabla 108. Inspección puente vehicular teletón curvo	148

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--

Tabla 109. Inspección puente vehicular teletón curvo	149
Tabla 110. Inspección puente vehicular teletón curvo	150
Tabla 111. Geometría puente vehicular Rancho JR	151
Tabla 112. Inventario puente vehicular Rancho JR	151
Tabla 113. Inspección puente vehicular Rancho JR	152
Tabla 114. Inspección puente vehicular Rancho JR	153
Tabla 115. Inspección puente vehicular Rancho JR	154
Tabla 116. Inspección puente vehicular Rancho JR	155
Tabla 117. Inspección puente vehicular Rancho JR	156
Tabla 118. Inspección puente vehicular Rancho JR	157
Tabla 119. Inspección puente vehicular Rancho JR	158
Tabla 120. Inspección puente vehicular Rancho JR	159
Tabla 121. Inspección puente vehicular Rancho JR	160
Tabla 122. Inspección puente vehicular Rancho JR	161
Tabla 123. Geometría puente vehicular La Caro Nuevo	162
Tabla 124. Inventario puente vehicular La Caro Nuevo	162
Tabla 125. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo	163
Tabla 126. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo	164
Tabla 127. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo	165
Tabla 128. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo	166
Tabla 129. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo	167
Tabla 130. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo	168

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--

Tabla 131. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo	169
Tabla 132. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo	170
Tabla 133. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo	171
Tabla 134. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo	172
Tabla 135. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo	173
Tabla 136. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo	174
Tabla 137. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo	175
Tabla 138. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo	176
Tabla 139. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo	177
Tabla 140. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo	178
Tabla 141. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo	179
Tabla 142. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo	180
Tabla 143. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo	181
Tabla 144. Geometría puente vehicular La Caro Antigo Con Ampliación	182
Tabla 145. Inventario puente vehicular La Caro Antigo Con Ampliación	182
Tabla 146. Geometría puente vehicular La Caro Antigo Con Ampliación	183
Tabla 147. Inventario puente vehicular La Caro Antigo Con Ampliación	183
Tabla 148. Inspección puente vehicular La Caro Antigo Con Ampliación	184
Tabla 149. Inspección puente vehicular La Caro Antigo Con Ampliación	185
Tabla 150. Inspección puente vehicular La Caro Antigo Con Ampliación	186
Tabla 151. Inspección puente vehicular La Caro Antigo Con Ampliación	187
Tabla 152. Inspección puente vehicular La Caro Antigo Con Ampliación	188



 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--

Tabla 153. Inspección puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación	189
Tabla 154. Inspección puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación	190
Tabla 155. Inspección puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación	191
Tabla 156. Inspección puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación	192
Tabla 157. Inspección puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación	193
Tabla 158. Inspección puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación	194
Tabla 159. Inspección puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación	195
Tabla 160. Inspección puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación	196
Tabla 161. Inspección puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación	197
Tabla 162. Inspección puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación	198
Tabla 163. Inspección puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación	199
Tabla 164. Listado de patologías encontradas en los puentes vehiculares	200

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

## LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Planta, alzado y secciones (10 puentes)	215
Anexo B. Localización patologías (10 puentes)	215

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

## RESUMEN

El presente documento es el trabajo de grado investigativo que abarca la temática de inspección visual y levantamiento de patologías estructurales en los puentes vehiculares en la autopista norte – La Caro – Briceño.

Debido a que los puentes pueden presentar una serie de problemas que afectan su durabilidad, funcionamiento y seguridad de operación debido a factores climáticos, sísmicos, geológicos y ausencia de mantenimiento y seguimiento de los mismos ya puestos en operación se desarrolla el siguiente documento para la sección de estudio anteriormente mencionada.

El objetivo es desarrollar la inspección visual y levantamiento de cada puente vehicular en el tramo de estudio para dar un diagnóstico y clasificación de las patologías estructurales encontradas. Esto con el fin de identificar posibles causas de las patologías además de una clasificación por tipo de daño (físico, químico y mecánico), identificar las patologías por nivel de importancia y calificar los puentes en un nivel de gravedad para la jerarquización de su intervención.

El trabajo de grado está comprendido por una parte inicial donde se hace una delimitación del problema, se aclara el objetivo y finalidad del trabajo y finalmente se realiza la investigación, metodología, procesos y desarrollo de la inspección visual para puentes. Seguido a esto se consideran tres capítulos donde se muestran los datos recopilados, los resultados obtenidos y las conclusiones a las que se llega luego de analizar toda la información.

El primer capítulo está dedicado al trabajo de campo donde se hace una visita a cada uno de los puentes con el objetivo de recopilar información de las patologías, esta información está conformada principalmente por registro fotográfico acompañado de anotaciones de los problemas vistos y un levantamiento de las dimensiones geométricas de la estructura para elaborar los planos (ver anexo A: Planta, alzado y secciones). El segundo capítulo está dedicado al desarrollo del análisis de los resultados obtenidos donde estadísticamente se determinan los factores más importantes como puentes más afectados, daños más frecuentes, patologías en orden de importancia, elementos más deteriorados y factores de mayor importancia para que se den las patologías. El último capítulo está dedicado a las conclusiones y recomendaciones donde por

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--

medio del análisis de la información se presentan de manera clara los aspectos a tener en cuenta del estado actual de los puentes, así como se recomiendan una serie de acciones a seguir para corregir los daños encontrados, por último se presentan los anexos, los cuales constan de dos planos por puente vehicular, el primero es de levantamiento geométrico, donde se especifican las dimensiones y localización de la estructura y en el segundo plano se localizan las patologías en la estructura.

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--

## INTRODUCCIÓN

Actualmente el DANE establece que la proyección en cifras de la población en Bogotá es de 8'141.047 habitantes, en comparación al año inmediatamente anterior se registra que el incremento poblacional es de aproximadamente 100.000 personas, es evidente el crecimiento de la ciudad, por consiguiente se puede evidenciar el desplazamiento de población a ciudades cercanas por la zona norte como Chía, Cajicá y Zipaquirá<sup>1</sup>, generando que la autopista norte sea una de las principales conexiones viales de Bogotá, en consecuencia, resulta importante tener una excelente infraestructura que comunique a la ciudad con el resto del país y satisfaga la creciente demanda.

En consonancia con lo anterior la finalidad del presente documento es abordar el análisis de patologías mediante la inspección principal (Inspección visual) de todos los componentes de 10 puentes vehiculares ubicados a las afueras de la ciudad de Bogotá comprendidos entre el peaje Andes y el Centro Comercial Centro Chía (Concesión Devinorte), con el propósito de generar un reporte de su condición actual y sus posibles fallas en el futuro, acompañado de un registro fotográfico y planos de levantamiento. Adicionalmente se cuantificarán e incluirán actividades de inspecciones especiales, mantenimiento y restauraciones necesarias para conservar la integridad de la estructura.

Todo el diagnóstico del estado del puente se realizará de acuerdo a la metodología establecida por el Sistema de Administración de Puentes de Colombia (SIPUCOL).

---

<sup>1</sup> PRECIADO, Jair. Bogotá región, crecimiento urbano en la consolidación del territorio metropolitano. Trabajo de investigación. Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 2009.

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--

# 1 GENERALIDADES

## 1.1 ANTECEDENTES

Conforme ha pasado el tiempo el ser humano ha ingeniado diferentes métodos para la construcción de vías y estructuras acorde a sus necesidades y la satisfacción de éstas, todo encaminado a un proceso evolutivo con el fin de colmar de seguridad a la sociedad, la cual espera que todo tipo de estructura sea fiable para quien la usa y que la probabilidad de falla sea escasa.

El debate en torno a la seguridad de las estructuras se encuentra clausurado una vez que se ha aceptado que pese a la completa idoneidad de los ingenieros estructurales y sus esfuerzos por satisfacer las necesidades de la sociedad, sin dejar de lado la economía y la funcionalidad de los proyectos, resulta inadecuado admitir que toda estructura es por completo segura; una vez se hace un análisis correcto se puede entender que siempre existe un margen de error, por lo que las probabilidades de falla en una pequeña medida son aceptables, sin embargo, dándole la importancia correspondiente a este debate en todo el mundo se han creado asociaciones, entidades o instituciones con el fin de diseñar normas o especificaciones que regulen a cabalidad el diseño de puentes y estructuras, a continuación se evidencia cómo en Colombia se ha desarrollado dicha regulación:

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--

## ESPECIFICACIONES AASHTO

Las especificaciones americanas AASHTO [American Association of State Highway Officials] con la publicación de su primer norma “Standard Specifications for Highway bridges and Incidental Structures” publicada en 1931 sirvieron en su momento como referencia para el diseño de puentes, posteriormente se nombró ASSHTO [American Association of State Highway and Transportation Officials] y se creó el “AASHTO Highway Subcommittee on Bridges and Structures”<sup>2</sup> el cual fungió como actualización de la primera especificación. En 1986, gracias a una minuciosa evaluación del subcomité de la AASHTO, se evidenció la necesidad de efectuar cambios en las especificaciones AASHTO toda vez que en estas se encontraban conflictos, inconsistencias, vacíos, y lo más significativo, que estas especificaciones no reflejaban la filosofía de diseño con factores de diseño de carga y resistencia, LRFD. En 1994 AASHTO publicó sus primeras especificaciones denominadas “AASHTO LRFD Bridge Design Specifications” basadas en para diseño de puentes LRFD, de las cuales su séptima edición es de 2014.<sup>3</sup>

## ESPECIFICACIONES EN EL CASO COLOMBIANO

En el caso puntual de Colombia, el gobierno nacional encargó a la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica -AIS- de generar un documento con el fin de reglamentar el diseño de puentes en el país; en 1995, la AIS, junto con Ministerio de Transporte y el Instituto Nacional de Vías INVIAS, publicó el Código Colombiano de diseño sísmico de puentes CCDSP-95, basado en la primera especificación de la AASHTO edición de 1992. En 2013 la AIS junto con INVIAS desarrolló una nueva Norma Colombiana de Diseño de Puentes LRFD - CCP - 2014 basada en las especificaciones “AASHTO LRFD Bridge Design Specifications” edición sexta y séptima de los años 2012 y 2014 respectivamente.

Dichas especificaciones se encuentran fundamentadas en la filosofía LRFD, las cuales establecen la actualización de los mapas colombianos de amenaza

---

<sup>2</sup> WRIGHT, Paul H. And DIXON, Karen K. Highway Engineering. 7 ed. State of Georgia: Limusa Wiley, 2003. 16 p. ISBN - 13: 978-0471264613.

<sup>3</sup> AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS - AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 1998. Amer Assn of State Hwy, 2011.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

sísmica y la calibración de la carga viva vehicular de diseño para la práctica colombiana.<sup>4</sup>

## **SIPUCOL**

El instituto Nacional de Vías (INVIAS) implementó en el año 1996 el sistema de administración de puentes en Colombia (SIPUCOL) con la intención de mejorar y complementar la gestión Administrativa y técnica en labores de inventario, inspección, mantenimiento y la rehabilitación de puentes mediante los siguientes objetivos específicos

- Predicción de necesidades de mantenimiento y de los fondos requeridos.
- Elaboración propia de listados de puentes por prioridades de rehabilitación.
- Identificación de puentes con restricciones o limitaciones de servicio.
- Búsqueda de la mejor alternativa para rehabilitación de cada puente desde el punto de vista técnico y de costo y beneficio.
- Determinación de la capacidad de carga de los puentes y sus restricciones.
- Cuantificación de los costos de inversión por puente e identificación de las obras de mantenimiento menor.

El SIPUCOL cuenta con once módulos especiales para cumplir con los objetivos anteriores, los referidos al tema de Inspección son los siguientes.

### ***Inspección principal***

Efectuada a los distintos componentes que conforman un puente (losa, vigas, estribos, pilas, etc.) a los cuales se les debe asignar una calificación cualitativa que varía entre 0 y 5 para finalmente dar una calificación total del puente, en función de los componentes principales que lo componen y establecer el estado de deterioro del puente, así como las reparaciones requeridas.

---

<sup>4</sup> MONTEJO, Alfonso. MONTEJO, Francy y MONTEJO, Alejandro. Tecnología y Patología Del Concreto Armado. Bogotá D.C.: U. Católica de Colombia, 2013. # p. ISBN 9789588465500.



 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

### ***Inspección especial***

Es un módulo especializado que permite desarrollar una auscultación profunda de la estructura del Puente, contando para ello con los equipos necesarios tales como detectores de armadura, extractores de núcleos, esclerómetros, ésta es realizada en aquellos casos en que el inspector presenta algunas dudas sobre el mecanismo de daño y su propagación, así como sobre la reparación propuesta.

### ***Inspección rutinaria, mantenimiento menor y limpieza***

Este tipo de inspección consiste en la revisión superficial de la estructura con el propósito de garantizar la seguridad del tránsito diario y registrar labores de mantenimiento de rutina y limpieza, obras que puedan realizarse empleando herramientas menores y que le devuelvan al componente la condición de funcionamiento para la cual fueron diseñados, algunas labores de mantenimiento rutinario son: labores de limpieza y pintura de estructuras de acero y restitución de pernos y/o remaches (no incluye el refuerzo), tratamiento superficial del concreto e inyección de fisuras no estructurales en elementos de concreto reforzado.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 Descripción del problema**

Los puentes vehiculares pueden presentar diferentes patologías ya que durante su funcionamiento y vida útil es probable que se presenten lesiones a la estructura, lo que deriva en patologías relacionadas a fallas en su construcción, calidad de los materiales utilizados, exposición a diferentes sustancias, aspectos climáticos, geológicos y sísmicos del país, por este motivo evaluaremos de manera sistemática el tipo de patologías que se pueden presentar.

### **1.2.2 Formulación del problema**

Los problemas que se pueden presentar son de tipo físico, químico y/o mecánico. Se debe evaluar el grado de daño reconocido de dichas patologías, y dependiendo de su importancia se pueden establecer tres variables como posible solución:

- Mantenimientos preventivos y reparaciones.
- Corrección o restitución de condiciones iniciales.
- Reemplazo de elementos o demoliciones.

### **1.2.3 Sistematización**

En este documento, por medio de las técnicas existentes de observación y evaluación de patologías presentadas en estructuras, se evaluarán una serie de puentes vehiculares ubicados a las afueras de la ciudad de Bogotá comprendidos entre el peaje Andes y el Centro Comercial Centro Chía (Concesión Devinorte), apoyados en los informes generados, el conocimiento recolectado y los registros fotográficos para definir las patologías que puedan llegar a tener dichos puentes, además de caracterizarlos y calificarlos para saber el grado de deterioro de cada estructura y así establecer recomendaciones a que haya lugar.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo general.**

Desarrollar la inspección visual y el estudio de patologías estructurales de 10 puentes vehiculares localizados en la autopista Norte - La Caro – Briceño (concesión vial Devinorte).

#### **1.3.2 Objetivos específicos.**

Se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Elaborar la inspección visual de los elementos estructurales de 10 puentes vehiculares localizados en la autopista Norte - La Caro – Briceño (concesión vial Devinorte).
- Realizar el levantamiento geométrico de las estructuras de los puentes objeto de estudio en el presente proyecto.
- Hacer la evaluación y diagnostico estructural de los puentes en cuestión, de acuerdo con lo indicado en la metodología SIPUCOL.
- Realizar la evaluación y diagnostico estructural de los 10 puentes vehiculares localizados en la autopista Norte - La Caro – Briceño (concesión vial Devinorte).

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

## 1.4 JUSTIFICACIÓN

Debido al crecimiento poblacional en la ciudad de Bogotá, así como en los municipios cercanos que se conectan a la capital por la autopista norte, se requiere que la infraestructura existente opere de manera eficiente y sea capaz de suplir la creciente demanda de movilidad desde y hacia Bogotá. Este proyecto pretende analizar el estado actual de 10 de los puentes vehiculares más transitados entre las poblaciones Bogotá-Chía-Cajicá y a través del análisis de patologías mediante inspección visual, generar un reporte de su condición actual, acompañado de un registro fotográfico y actividades recomendadas para el mantenimiento y posible restauración necesaria para conservar la integridad de la estructura.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

## 1.5 DELIMITACIÓN

### 1.5.1 Espacio

Teniendo en cuenta el alcance del proyecto, se han definido las siguientes limitaciones:

- Para la evaluación estructural y el diagnóstico de los puentes se seguirán las indicaciones de la Norma Colombiana de Diseño de Puentes LRFD (CCP-14) así como del sistema de administración de puentes en Colombia (SIPUCOL), razón por la cual no se aplicarán otros códigos como la NSR-10 o el ACI-318.
- La inspección y estudio de patología se limitará a 10 puentes vehiculares localizados en la autopista Norte - La Caro – Briceño (concesión vial Devinorte). Por tal motivo, no se incluirán puentes peatonales, box culvert, o cualquier otro tipo de estructura localizada en la vía anteriormente señalada.
- El proyecto se limitará a desarrollar el estudio de patología. Lo anterior incluye: levantamiento, inspección visual, registro de patologías, evaluación cualitativa de los estados de los puentes, análisis del estado de las estructuras y recomendaciones. Sin embargo, el presente estudio no incluye: Evaluación cuantitativa del estado de las estructuras, análisis estructural de los puentes, estudios de vulnerabilidad de las estructuras y/o recomendaciones y protocolos de reparación de las mismas.

### 1.5.2 Tiempo

Estaba previsto que la inspección visual, levantamiento general de los puentes, recopilación y análisis de información y entrega de resultados se hiciera en el segundo semestre del año 2018 (Julio a octubre) teniendo en cuenta factores adversos que podían retrasar un poco las actividades (desplazamiento hasta la zona de los puentes Vehiculares, factor climático, aspectos socioculturales) se logró culminar de manera exitosa el cronograma previsto inicialmente.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

### 1.5.3 Contenido

Éste trabajo de investigación se limitó a la inspección visual, estudio y diagnóstico de patologías estructurales de 10 de los puentes vehiculares más transitados entre Bogotá, Chía, Cajicá y Zipaquirá, así como su levantamiento geométrico, presentación de planos de dimensiones y localización de patologías, análisis de información y entrega de resultados y recomendaciones, no se incluyen estudios de vulnerabilidad sísmica, caracterización experimental de materiales, ni modelación o comportamiento estructural.

### 1.5.4 Alcance

- El alcance de los trabajos incluye la inspección visual de las condiciones de todas las partes de la estructura y cuantificación del estado actual de los mismos, su registro e identificación de las posibles fallas futuras, se presentará un resumen con la calificación dada a la estructura de cada puente.
- También se incluye el levantamiento geométrico principal de las estructuras de los puentes, así como las recomendaciones con la finalidad de mantener la integridad de los mismos, todo lo anterior se resume en un informe actual junto con los planos de levantamiento adjuntos.
- La evaluación y diagnóstico del estado de los puentes se realizara de acuerdo a la metodología establecida por el Sistema de Administración de Puentes de Colombia (SIPUCOL).
- Los puentes vehiculares a ser inspeccionados son los siguientes:
  - PUENTE RÍO BOGOTÁ ANTIGUO + AMPLIACIÓN
  - PUENTE SERIES
  - PUENTE CENTRO CHÍA ORIENTAL
  - PUENTE CENTRO CHÍA OCCIDENTAL
  - PUENTE CENTRO CHÍA CENTRAL
  - PUENTE RIO BOGOTÁ NUEVO VARIANTE BOGOTÁ
  - PUENTE TELETÓN CURVO
  - PUENTE RANCHO JR
  - PUENTE LA CARO NUEVO
  - PUENTE LA CARO ANTIGUO CON AMPLIACIÓN

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

## 1.6 MARCO REFERENCIAL

### 1.6.1 Marco teórico

La palabra patología procede de la palabra griega “pathos” que quiere decir enfermedad o afectación, la adaptación al mundo de la construcción la ha definido como el estudio de un conjunto de procesos degenerativos tipificados en la alteración de los materiales y elementos constructivos<sup>5</sup>.

La patología estructural es la disciplina que detecta, trata y previene los daños que se pueden presentar en una estructura, para el caso de los puentes los fundamentos son los mismos que para las edificaciones, pero cuando se hace el diagnóstico para detectar las causas de los daños se buscan otro tipo de problemas<sup>6</sup>.

### 1.6.2 Condiciones iniciales

Lo primero que se tiene en cuenta es si el puente es nuevo o está en servicio ya que esto hace que se analice de forma diferente.

Si el puente es nuevo lo que se hace es establecer unas recomendaciones y especificaciones de diseño buscando la durabilidad de la estructura además de un control durante el proceso constructivo y una protección de los materiales a utilizar. Cuando el puente se encuentra en servicio se hace un diagnóstico donde se buscan las causas y consecuencias de los daños para después realizar un diseño correctivo y efectuar la reparación consecuente.<sup>7</sup>

---

<sup>5</sup> UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID, Manual De Patología De La Edificación, 2004. P. 16.

<sup>6</sup> CONSTRUMÁTICA. Patologías En Puentes [online] [citado 20, junio, 2018] Disponible en internet: <[http://www.construmatica.com/construpedia/Patologías\\_en\\_Puentes](http://www.construmatica.com/construpedia/Patologías_en_Puentes)>.

<sup>7</sup> REPÚBLICA DE PERÚ. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Resolución directoral N° 012-2006-MTC/14 (14 de marzo de 2006) Guía Para Inspección de Puentes. Lima, Perú. 2006. 3-4 p.

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--

### 1.6.3 Etapas del proyecto

Es importante clasificar las patologías según la etapa del proyecto por lo que se deben analizar las estructuras en etapas de diseño, construcción y operación. Cuando se encuentra en etapa de diseño se deben tener en cuenta las calidades de los materiales, buenas prácticas de almacenamiento además de tener en cuenta las resistencias de los materiales para que correspondan con los diseños planteados, las consideraciones planteadas por el diseñador y los detalles constructivos en los planos deben ser ejecutados de manera correcta y sin excepciones.

Cuando se entra a la etapa de construcción se consideran los planos y recomendaciones como el producto principal para la ejecución de la obra, también los tiempos de eficiencia y controles de calidad ya que el personal humano siempre será indispensable a pesar de las tecnologías que se usen en la obra, los problemas se generan cuando no se atienden los procesos constructivos de manera correcta una junta de dilatación, una mala dosificación, no hacer controles de calidad, malos procesos de montaje, cargar estructuras prematuramente conllevan a un error y un problema posterior<sup>8</sup>.

Para la etapa de la operación de un puente se considera que la vida útil está relacionada directamente con las etapas anteriores (diseño y construcción), si estas etapas se ejecutaron mal disminuirá la vida útil de la estructura y aumentará la probabilidad de aparición de patologías donde se pueden ver afectaciones por abusos de uso por cargas superiores a las de diseño, impacto o vibraciones para las que haya sido diseñado, pueden suceder desastres naturales o accidentes como choques, explosiones, terremotos, impactos, inundaciones. La falta de mantenimiento también puede causar fallas en la operación de la estructura<sup>9</sup>.

---

<sup>8</sup> WEBMASTER TOTALPEGO. Patología de la construcción. [online]. Estado Lara Venezuela. 25, mayo 2016. [citado 29, junio, 2018]. Disponible en internet: <<http://totalpego.com/cms/patologia-de-la-construccion/>>.

<sup>9</sup> AVENDAÑO RODRIGUEZ, Elizabeth. Detección, tratamiento y prevención de patologías en sistemas de concreto estructural utilizados en infraestructura industrial. Trabajo de grado Licenciatura en Ingeniería Civil. San Jose, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Facultad de ingeniería. escuela de ingeniería civil, 2006. 17-24 p.



 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

#### 1.6.4 Tipos de lesiones o patologías

Se pueden definir y clasificar las patologías según la tipología del proceso patológico lo que lleva a encontrar daños físicos, mecánicos y biológicos.

- **Lesiones físicas**

Son todas aquellas en la que la problemática patológica se produce a causa de fenómenos en el entorno como afectaciones climáticas y cambios ambientales, las más comunes son humedad, erosión y suciedad<sup>10</sup>.

- **Lesiones mecánicas**

Aunque las lesiones mecánicas suelen presentarse por acciones física se clasifican en un grupo aparte por su importancia. Se define como aquella en la que predomina un factor mecánico que provoca movimientos, desgaste, aberturas o separación de materiales o elementos constructivos, se pueden dividir en grupos que son deformaciones, grietas, fisuras, desprendimiento y erosiones mecánicas.<sup>11</sup>

- **Lesiones químicas**

Se producen a partir de un proceso patológico de carácter químico donde el origen de los daños suele ser por la presencia de sales, ácidos o álcalis que reacciones y provocan descomposiciones que afectan la integridad de los materiales y reducen su durabilidad estas lesiones se pueden dividir en cuatro grupos eflorescencias, oxidaciones y corrosiones, organismos y erosiones.

---

<sup>10</sup> MACDONALD, Susan. Concrete: Building Pathology. Wiley-blackwell. Dec. 2002. p. 6 ISBN: 978-0-632-05251-6

<sup>11</sup> SANCHEZ DE GUZMAN, Diego. Durabilidad y Patología Del Concreto. 2 ed. Asocreto, 2013. 160 p. ISBN BOO85L2MNO.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

### 1.6.5 Causas de las lesiones

Si la lesión es la que origina el proceso patológico, la causa es el origen de la lesión, por lo cual debe ser el primer objeto de estudio, un proceso patológico no se anulará hasta que no sea anulada la causa, cuando únicamente se limita a resolver la lesión, pero se descarta la causa, el daño acabará apareciendo de nuevo. Las patologías pueden ser causadas por una o varias causas, las causas se dividen en directas e indirectas<sup>12</sup>.

- **Directas:** Cuando son el Origen inmediato del proceso patológico como los esfuerzos mecánicos, agentes atmosféricos, contaminación, etc.
- **Indirectas:** Cuando se trata de errores y defectos de diseño o ejecución.

Después de realizada la inspección se debe preparar un informe general del estado de la estructura, donde se presenta en forma clara y ordenada la descripción de la estructura, los diferentes daños visibles en los elementos, su localización y en caso de necesitarse toma de ensayos. Además de anexos con formatos de captura, registro fotográfico, numeración y detalle de las fotografías<sup>13</sup>.

La finalidad de los estudios de patologías es evaluar el estado de cada estructura dando un orden de prioridad para la atención de los daños según la gravedad del problema para proceder efectuar a las recomendaciones, reparación, restauración, rehabilitación o prevención según se requiera.

---

<sup>12</sup> BROTO COMERMA, Carles. Enciclopedia Broto de Patologías de la construcción. España: International, Links, 2006. 31-37 p.

<sup>13</sup> INSTITUTE NACIONAL DE VÍAS. Manual Para La Inspección Visual de Puentes y Pontones (Bogotá D.C.: Convenio Interadministrativo 0587-03 INVIAS 2006. 1-3 p.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

### **1.6.6 Patologías más frecuentes detectadas en las inspecciones de puentes**

Las tareas de inspección, conservación y mantenimiento cobran cada día más importancia en el país por lo que las diferentes administraciones públicas destinan recursos con un mayor presupuesto para conservar las estructuras, el IDEAM bajo su extensa experiencia ha realizado múltiples inspecciones en puentes a lo largo de los años por lo que ha logrado identificar patologías sistemáticas que en muchas ocasiones son de costosa y difícil solución<sup>14</sup>.

Entre los daños más frecuentes que se presentan en los puentes están: la cimentación, especialmente en pilas y elementos situados en causes, aparatos de apoyo y sistemas de drenaje e impermeabilización entre ellos juntas de dilatación.<sup>15</sup>

---

<sup>14</sup> PIÑEIRO, R. GUTIÉRREZ JIMÉNEZ, J.P. Y ASENJO MJÍN, V. Procesos patológicos frecuentes en edificación. Casos de estudio. Instituto de ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IET cc-CSIC). Madrid. España. ISBN: 978-84-7292-367-6

<sup>15</sup> OCHOA RUBIO, Tomás. Hidrología, Hidráulica y Socavación En Puentes, 1. ed. Bogotá D.C.: ECOE Ediciones. 2017. 3-15 p. ISBN 978-958-771-435-7.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

### 1.6.7 Causas de colapso de algunos puentes de Colombia

Es de gran importancia para la ingeniería colombiana tener presente por qué se caen los puentes, por lo que en una investigación de la universidad Javeriana tratando de clarificar el tema, para tener las nociones correctas y un punto de referencia de los fallos que se puedan tener a nivel ingenieril, se clasificaron las causas de colapso de sesenta y tres puentes desde 1986.

Uno de los factores de más importancia y que resulta impredecible con el 31% fueron los atentados terroristas los cuales son un aparte de la materia científica.

Los factores con más porcentaje estadístico fueron: socavación y crecientes de avalanchas con 35% cada uno, seguidos de deficiencia en el diseño estructural con 14%, deficiencia en la construcción con un 7%, sobre impacto con un 7% y fallas de mantenimiento con el 2%.

Ya que en el territorio nacional hay una gran cantidad de puentes en contacto con los cauces hídricos se debe tener un mayor control y factor de importancia en el diseño respecto a la socavación, además de exigir estudios y diseños hídricos e hidrológicos, así como reenfocar el programa de mantenimiento de los puentes en Colombia.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> CONSTRUMÁTICA, ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN. Las patologías más frecuentes detectadas en las inspecciones de puentes de la red de carreteras del Estado. Instituto Colombiano. [online] España 2008. [citado 08, mayo, 2018] Disponible en internet: < [https://www.construmatica.com/construpedia/Patologías\\_en\\_Puentes](https://www.construmatica.com/construpedia/Patologías_en_Puentes)>.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

### 1.6.8 Marco conceptual

- **Patología de puentes:** Se trata de una anomalía en la estructura de los puentes que puede ocasionar falla o deterioro a una parte o varias del puente. Las patologías se identifican por medio de la inspección visual del puente y van ligadas al tipo de puente, sus materiales de construcción y el comportamiento del medio donde está ubicado el puente tales como clima, reacciones químicas, tipo de suelo y todos los factores que afecten a una estructura.<sup>17</sup>
- **Tipos de patologías:** Si el puente es en concreto se pueden encontrar unas categorías principales para evaluar daños, la primera sería daños por diseño donde se encuentran fisuras, aplastamiento vibración excesiva. En los daños por construcción se encuentran hormigueos, fisuración y segregación. En los daños por funcionamiento encontramos infiltración, carbonatación, corrosión o fallas por impacto. Si el puente es en estructura metálica se pueden encontrar unas categorías principales para evaluar daños como corrosión, daños en cables o pendolones, daños de perfiles metálicos o armaduras, daños en conexiones.<sup>18</sup>

---

<sup>17</sup> CONSTRUMÁTICA. Ibid., p. 2.

<sup>18</sup> CARDOZO BELTRÁN, Tatiana. Posibles tipologías de puentes vehiculares para la ciudad de Bogotá. Trabajo de grado Ingeniería Civil. Universidad de los Andes. Facultad de ingeniería civil. Bogota, 2014. 4-7 p.

- **Sección transversal:**

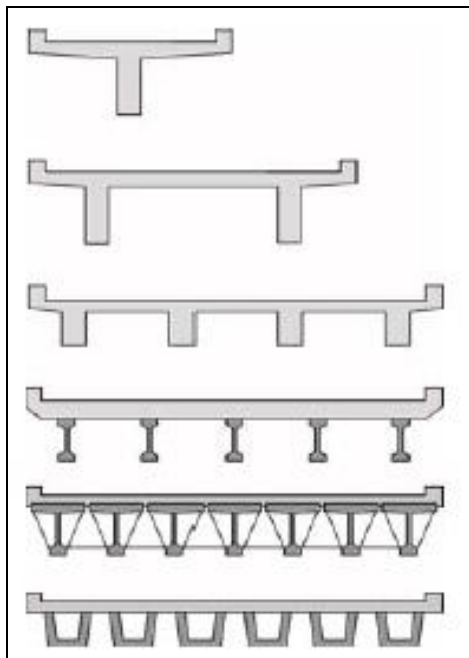
Tabla 1. Tipos de puente según la estructura transversal

CÓDIGO	TIPO DE PUENTE
01	Losa sobre vigas
02	Losa simplemente apoyada
03	Viga Cajón
04	Armadura de paso superior
05	Armadura de paso inferior
06	Arco Superior
07	Arco Inferior

Fuente: INVIAS, Manual Para La Inspección Visual De Puentes Y Pontones 2006

- **Losas sobre vigas:**

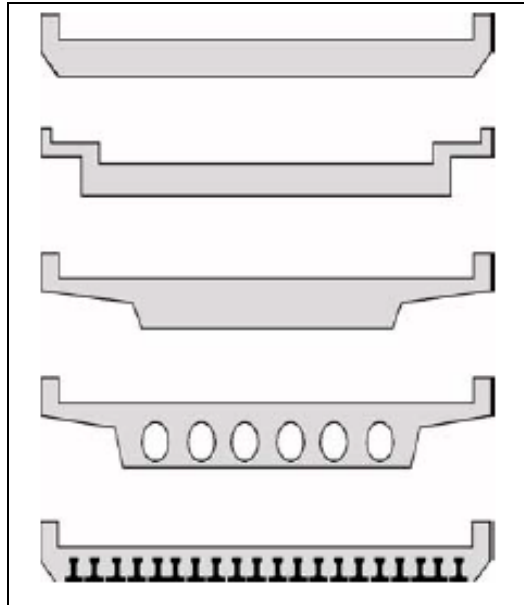
Figura 1. Losas sobre vigas.



Fuente: INVIAS, Manual Para La Inspección Visual De Puentes Y Pontones 2006

- **Losas simplemente apoyadas**

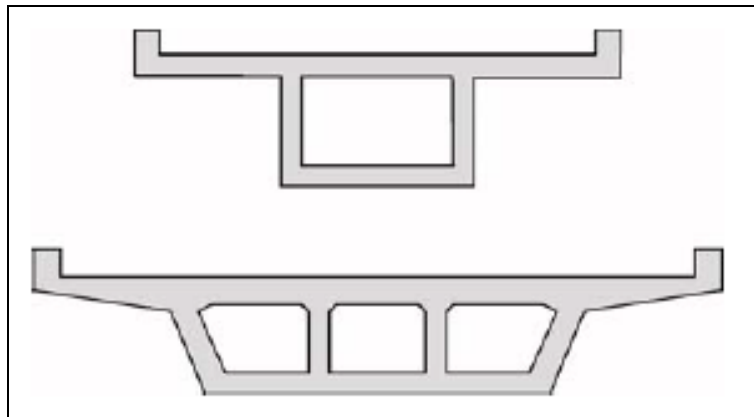
Figura 2. Losas simplemente apoyadas



Fuente: INVIAS, Manual Para La Inspección Visual De Puentes Y Pontones 2006

- **Viga cajón**

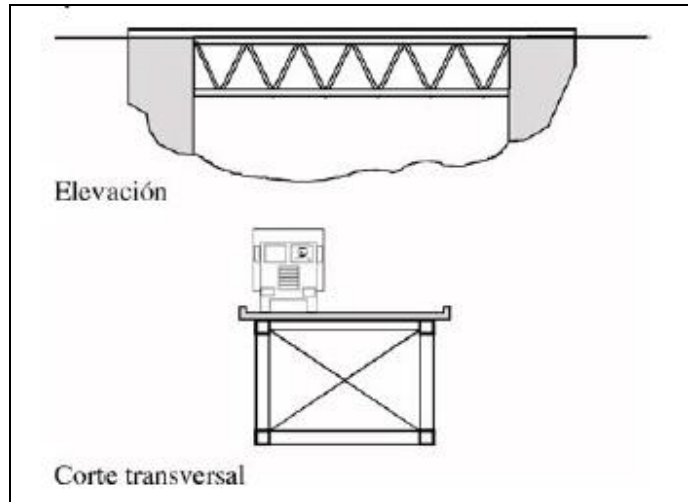
Figura 3. Viga cajón



Fuente: INVIAS, Manual Para La Inspección Visual De Puentes Y Pontones 2006

- **Armadura de paso superior**

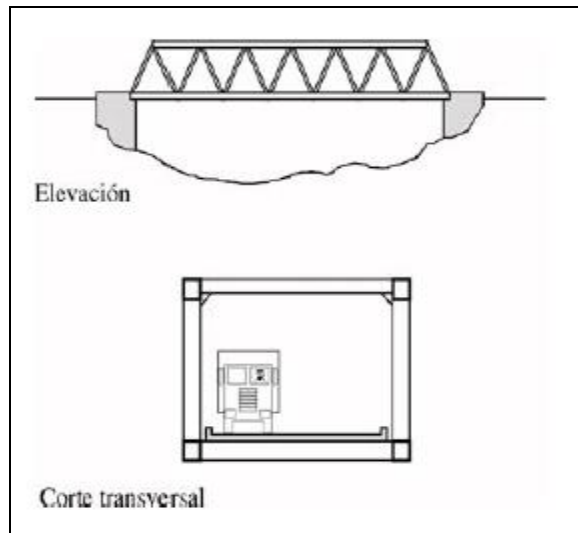
Figura 4. Armadura de paso superior



Fuente: INVIAS, Manual Para La Inspección Visual De Puentes Y Pontones 2006

- **Armadura de paso inferior**

Figura 5. Armadura de paso inferior

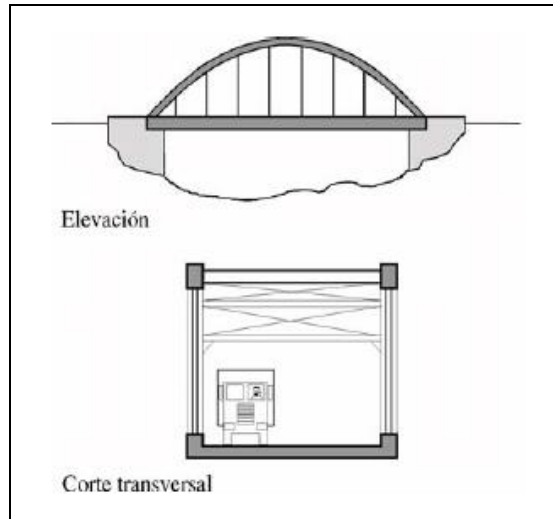


Fuente: INVIAS, Manual Para La Inspección Visual De Puentes Y Pontones 2006



- **Arco superior**

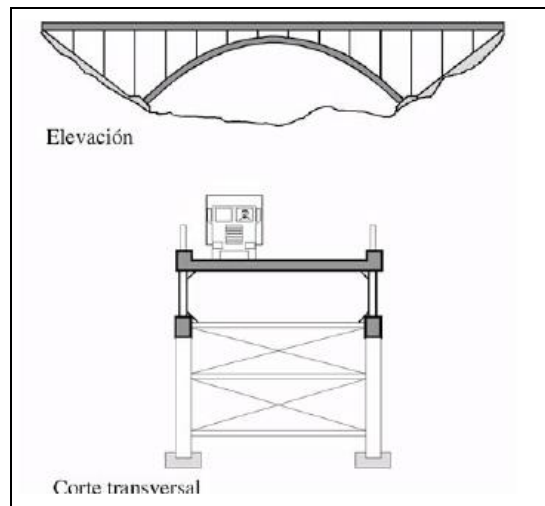
Figura 6. Arco superior



Fuente: INVIAS, Manual Para La Inspección Visual De Puentes Y Pontones 2006

- **Arco inferior**

Figura 7. Arco inferior

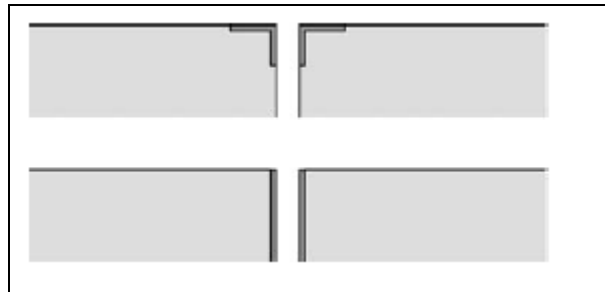


Fuente: INVIAS, Manual Para La Inspección Visual De Puentes Y Pontones 2006

- **Juntas de expansión:** Son elementos que permiten movimientos y rotaciones entre dos estructuras, esto para evitar que se generen esfuerzo y deformaciones para evitar daños. Dentro de los tipos de juntas los más importantes son las abiertas y selladas, aunque se puede encontrar de otro tipo como juntas de placa dentada o juntas de placa deslizante.

- **Juntas abiertas**

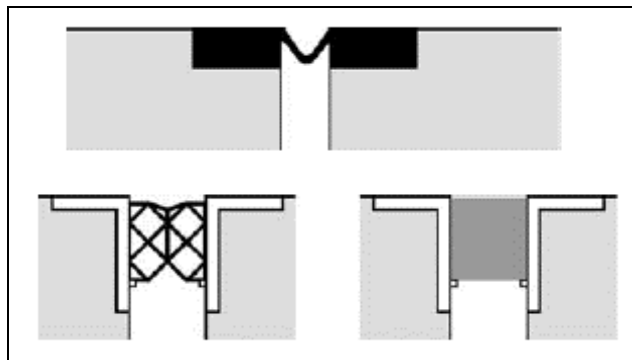
Figura 8. Juntas abiertas.



Fuente: INVIAS, Manual Para La Inspección Visual De Puentes Y Pontones 2006

- **Juntas selladas**

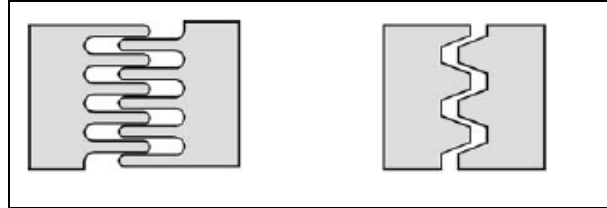
Figura 9. Juntas Selladas.



Fuente: INVIAS, Manual Para La Inspección Visual De Puentes Y Pontones 2006

- **Juntas de placa dentada**

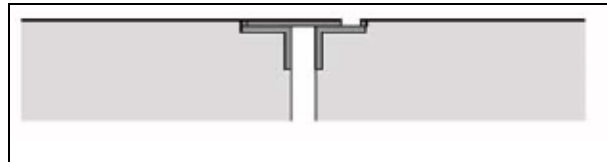
Figura 10. Juntas De Placa Dentada.



Fuente: INVIAS, Manual Para La Inspección Visual De Puentes Y Pontones 2006.

- **Juntas deslizantes**

Figura 11. Juntas Deslizantes.



Fuente: INVIAS, Manual Para La Inspección Visual De Puentes Y Pontones 2006.

- **Contaminación del concreto:** Se presenta por agentes biológicos como hongos o bacterias inicialmente afecta la parte estética pero también puede llegar a ocasionar daños físicos y químicos en una estructura generando daños por humedecimiento y secado del concreto lo que genera cambios en el material cementante, los microorganismos pueden generar sustancias que ataquen químicamente a la estructura entre los comunes están las algas, líquenes y musgos<sup>19</sup>.
- **Humedad:** Se produce cuando hay un porcentaje de agua mayor al considerado normal en un material o elemento constructivo. La humedad puede

---

<sup>19</sup> AVENDAÑO RODRIGUEZ, Elizabeth. Op. cit, 19-30 p.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

llegar a producir variaciones en las características físicas de dicho material en función de las causas se pueden distinguir cinco tipos de humedad.<sup>20</sup>

- Humedad de obra: es la generada durante el proceso constructivo cuando se ha producido la evaporación mediante un elemento de barrera.
- Humedad capilar: es la que se produce en el suelo y asciende por los elementos verticales.
- Humedad de filtración: es la que procede del exterior y penetra en el interior de la estructura.
- Humedad accidental: es la producida por roturas de conducciones y tuberías que suele provocar focos muy puntuales de humedad.
- Humedad de condensación: es la producida por la condensación de vapor de agua desde los ambientes con mayor presión de vapor, puede dividirse en tres subgrupos dependiendo de la condensación.
- Condensación superficial interior: aparece en el interior de un cerramiento.
- Condensación intersticial: aparece en el interior de la masa de cerramiento o entre dos de sus capas<sup>21</sup>

Condensación higroscópica: se produce dentro de la estructura porosa del material que contiene sales que facilitan la condensación del vapor de agua en el ambiente<sup>22</sup>.

- **Carbonatación:** Es un proceso químico presente en el concreto que tiene una afectación de nivel bajo. Aunque si el problema se presenta en estructuras de concreto reforzado la situación varía ya que este problema puede llevar a la corrosión que si es una patología muy grave en cualquier estructura de concreto reforzado. En este caso el concreto experimenta una pérdida de pH

---

<sup>20</sup> ORTEGA ANDRADE, Francisco. Humedades en la edificación. Sevilla, España: Editan SA, 1989. 16-27 p. ISBN 10: 8487005012.

<sup>21</sup> INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM. Las patologías más frecuentes detectadas en las inspecciones de puentes de la red de carreteras del estado. [online] Colombia. 2017. [citado 20, junio, 2018]. Disponible en internet < <http://www.ideam.es/wp-content/uploads/2017/03/Patolog%C3%ADAs.pdf>>.

<sup>22</sup> BROTO COMERMA. Op. cit, p 32.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

donde el dióxido de carbono se convierte en hidróxido de calcio con un pH más neutral disminuyendo la protección del concreto contra la corrosión del acero.<sup>23</sup>

- **Fisuras:** Las fisuras son un fenómeno causado con un comportamiento físico de la estructura donde se puede atribuir a diferentes causas.<sup>24</sup> También tienen grados de complejidad donde simplemente pueden afectar la estética de la estructura o pueden ir más allá y afectar el comportamiento estructural. Las fisuras más comunes en los puentes de concreto son las generadas por retracción del fraguado y retracción térmica donde por procesos químicos y absorción de agua la estructura se contrae, otro tipo de fisuras son las generadas por flexión en los elementos que son más comunes en las vigas y las losas, las fisuras por corte son de las patologías más difíciles de controlar y son de gravedad para las estructuras y las fisuras por aplastamiento son comunes en elementos como pilas y columnas que reciben cargas axiales y puntuales.<sup>25</sup>

---

<sup>23</sup> REVISTA CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA. La Carbonatación, enemigo olvidado del concreto. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. [online] México. Diciembre 2000. [citado 15, octubre, 2018]. Disponible en internet: <<http://www.imcyc.com/revista/2000/dic2000/carbonatacion.htm>>.

<sup>24</sup> SIKA, Rehabilitación fisuras en el concreto reforzado. [online]. Colombia 2014, 19. [citado 18, octubre, 2018] Disponible en internet: <file:///C:/Users/yody.santofimio/Downloads/SikaColombia-Rehabilitaci%C3%B3n-Fisuras\_en\_el\_Concreto\_Reforzado.pdf>.

<sup>25</sup> AMERICAN CONCRETE INSTITUTE - ACI 224. Control of Cracking in Concrete Structures Committee. ACI-224 R-01, 2001. 2-6 p.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

## **1.6.9 Marco legal**

### **1.6.9.1 Norma Colombiana de diseño de puentes LRFD (CCP-14)**

En la sección 2 de la norma características generales de diseño y ubicación se habla de la seguridad, durabilidad, los materiales, mantenimiento, deformaciones e inspeccionabilidad<sup>26</sup>.

### **1.6.9.2 Manual de inspección visual de puentes y pontones**

Es un manual orientado a la inspección visual e inventariado de puentes creado por la Universidad Nacional Y el Ministerio de transporte, es utilizado cuando se ejecuta un contrato con el INVIAS<sup>27</sup>.

### **1.6.9.3 Guide for evaluation of concrete structures prior to rehabilitation**

Es un informe que presenta pautas generales para evaluar estructuras antes de la rehabilitación, desarrollado por el comité 364 del American Concrete Institute (ACI-364)<sup>28</sup>.

---

<sup>26</sup> ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA AIS, Norma Colombiana De Diseño De Puentes LRFD (CCP-14), 2014.

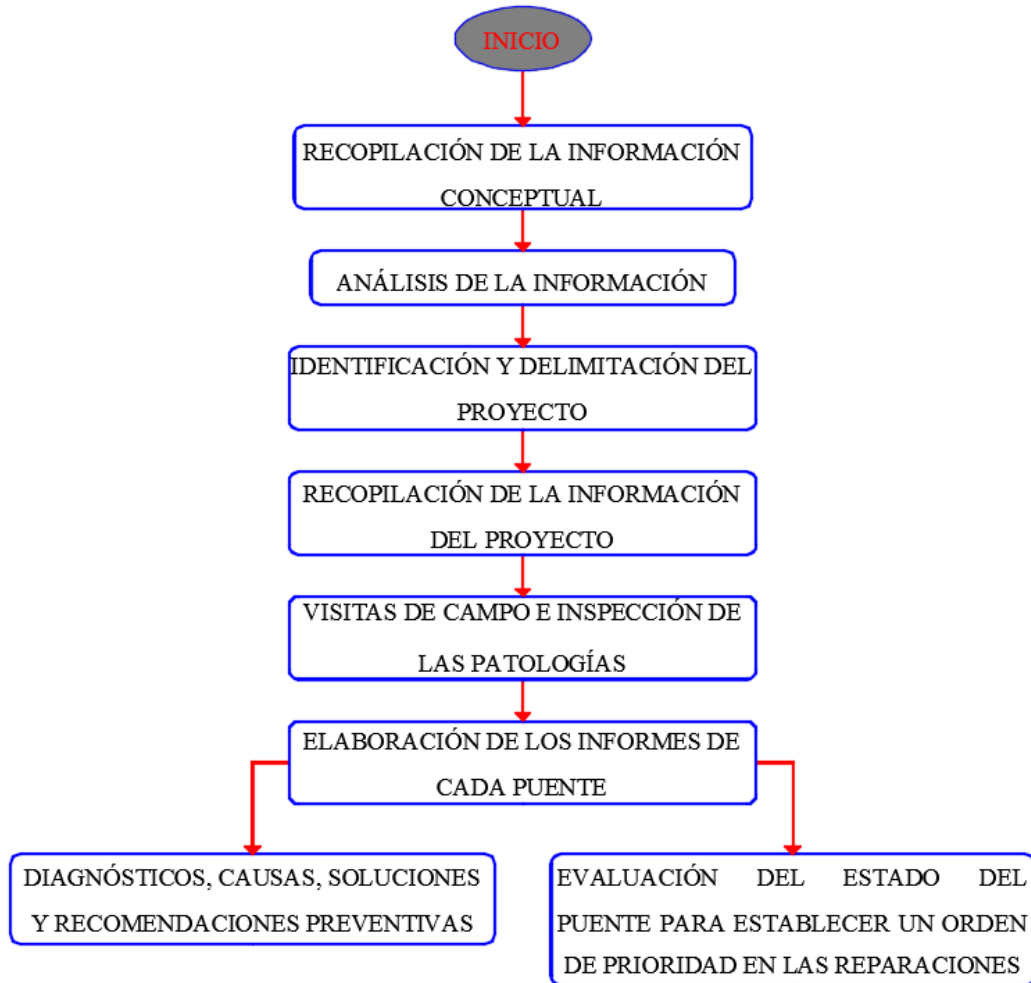
<sup>27</sup> INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Op. cit, 1-9 p.

<sup>28</sup> AMERICAN CONCRETE INSTITUTE - ACI 364. Guide for Evaluation of Concrete Structures prior to Rehabilitation. ACI 364.1R-07. 2018. p 3.

## 1.7 METODOLOGÍA

### 1.7.1 Tipo de Estudio

Figura 12. Flujograma de la metodología



Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

### 1.7.2 Fuentes de Información

En esta etapa, se realiza un análisis de libros, normas, manuales y artículos relacionados con el tema de patologías en la construcción, más específicamente con patologías en puentes para comprender todos los aspectos que se requieren para un estudio patológico. Simultáneamente se realiza una recopilación de información en instituciones privadas y públicas buscando algún tipo de proyecto contrato o concesión relacionada con puentes, para empezar a delimitar un área de estudio y unas estructuras a evaluar.

Se realizarán una serie de visitas a campo donde se tendrá que hacer una inspección visual de cada puente, esta inspección contará con la descripción del puente, la localización de los puentes, los levantamientos para los planos (Ver anexo B: Localización patologías), el reconocimiento de las patologías existentes y su magnitud y los registros fotográficos.

Se realizará el análisis y organización de la información recolectada en campo para luego poder realizar un informe detallado de cada puente. Este informe debe contener información de la inspección realizada a los puentes, antecedentes de operación y comportamiento, descripción de las patologías encontradas y propuestas de rehabilitación.

Dentro del informe de cada puente se realizará un diagnóstico detallado a cada una de las patologías las cuales deben llevar su correspondiente registro fotográfico, además de saber qué problema presenta la estructura es importante conocer su causa para poder identificar claramente el origen y corregir de manera acertada el daño. Se deben ofrecer las propuestas de solución a cada una de las patologías encontradas y al final calificar el puente en una escala numérica para poder saber de manera rápida su estado y reconocer en qué orden de prioridad deben ser atendidos los puentes.



## 2 INSPECCIÓN DE PUENTES VEHICULARES

### 2.1 PUENTE VEHICULAR RÍO BOGOTÁ ANTIGUO + AMPLIACIÓN

Se encuentra localizado en la vía Bogotá - Chía En las cercanías a la universidad de la sabana.

Consiste en un Puente de una sola luz apoyada sobre estribos con una longitud del puente aproximada de 30m. La superestructura consta de cinco vigas arriostradas en la sección antigua y dos vigas sin arriostramiento de dimensiones menores para la ampliación, el puente tiene 10m de ancho considerando la sección antigua y la de ampliación con junta de construcción solo para la parte nueva.

Tabla 2. Geometría puente vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación

<b>Geometría</b>			
Numero de luces	1	Altura de pilas (m)	-
Longitud luz menor (m)	30	Altura de estribos (m)	2.1
Longitud luz mayor (m)	30	Long. Apoyo en pilas (m)	-
Longitud total (m)	30	Long. Apoyo en estribos (m)	-
Ancho separador (m)	-	Puente en terraplén (S/N)	S
Ancho andén izquierdo (m)	-	Puente en curva o tangente (C/T)	C
Ancho andén derecho (m)	-	Esviaje (Grados)	-
Ancho del tablero (m)	10	Paso superior/inferior(S/I)	N
Ancho de calzada (m)	8	Paso por el cauce (S/N)	S
Área (m <sup>2</sup> )	300	Variante existente(S/N)	N

Fuente: Los Autores


Tabla 3. Inventario puente vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación

<b>Detalles</b>	
Número de vigas	7
Tipo de baranda	concreto solido tipo new jersey
Tipo superficie de rodadura	Asfalto
Tipo de junta de expansión	Acero con sello fijo de neopreno
Tipo de apoyos	Apoyo de neopreno
Obstáculo que cruza	carretera concesionada

Fuente: Los Autores


 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 4. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación

<p><b>Puente:</b> Puente Vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación</p>	
<p><b>Elemento:</b> Estribos</p>	
<p><b>Patología:</b></p>	<p><b>Posibles Causas:</b></p>
<p><b>Lixiviación y eflorescencias</b></p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente.</p>
<p>Evidencia de humedad y lixiviación en el apoyo del estribo.</p>	
<p><b>Registro fotográfico:</b></p>	<p><b>Repercusiones:</b></p>
	<p>Cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.</p>
	<p><b>Posible Solución:</b></p>
<p>Reparación y sellado de las juntas de construcción.</p>	


Fuente: Los Autores

Tabla 5. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación	
<b>Elemento:</b> Estribos	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Contaminación biológica</b></p> <p>Nacimiento de hierba en las uniones entre las vigas y el estribo.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Afectación en la durabilidad del puente por absorción del calcio en el concreto a través de la materia orgánica esto puede suceder a largo plazo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Reparación y sellado de las juntas de construcción, mantenimiento y limpieza para controlar el crecimiento del material biológico.</p>


Fuente: Los Autores

Tabla 6. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación	
<b>Elemento:</b> Estribos	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Segregación del concreto</b>	<p>Malos procesos constructivos son la principal causa de esta patología, donde una mala vibración del concreto genera la porosidad y las irregularidades otras causas pueden ser una gran altura al verter el concreto y la composición incorrecta de los agregados pétreos.</p>
<p>Perdida de recubrimiento del concreto, porosidad y disminución de la durabilidad del elemento.</p>	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Disminución de la resistencia, durabilidad del concreto, fisuración y afectación en el acabado de un elemento estructural.</p>
	<b>Posible Solución:</b>
	<p>Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.</p>

Fuente: Los Autores

Tabla 7. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación	
<b>Elemento:</b> Aletas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Hormiguo del concreto</b>	<p>Malos procesos constructivos son la principal causa de esta patología, donde una mala vibración del concreto genera la porosidad y las irregularidades otras causas pueden ser una gran altura al verter el concreto y la composición incorrecta de los agregados pétreos.</p>
<p>Perdida de recubrimiento del concreto, porosidad y disminución de la durabilidad del elemento.</p>	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Disminución de la resistencia, durabilidad del concreto, fisuración y afectación en el acabado de un elemento estructural.</p>
	<p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.</p>

Fuente: Los Autores


 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 8. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación	
<b>Elemento:</b> Aletas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Contaminación biológica</b></p> <p>Nacimiento de hierba en las uniones entre elementos.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente, exposición del elemento a cielo abierto y exceso humedad en el ambiente.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Afectación en la durabilidad del puente por absorción del calcio en el concreto a través de la materia orgánica esto puede suceder a largo plazo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Mantenimiento y limpieza para controlar el crecimiento del material biológico.</p>


Fuente: Los Autores

Tabla 9. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación	
<b>Elemento:</b> Vigas y riostras puente antiguo	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Lixiviación y eflorescencias</b>	Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente.
Evidencia de humedad y lixiviación en el apoyo del estribo.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	Cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.
	<b>Posible Solución:</b>
	Reparación y sellado de las juntas de construcción.

Fuente: Los Autores

Tabla 10. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación


<p><b>Puente:</b> Puente Vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación</p>	
<p><b>Elemento:</b> Vigas y riostras puente antiguo</p>	
<p><b>Patología:</b></p>	<p><b>Posibles Causas:</b></p>
<p><b>Segregación del concreto</b></p> <p>Perdida de recubrimiento del concreto, porosidad y disminución de la durabilidad del elemento.</p>	<p>Malos procesos constructivos son la principal causa de esta patología, donde una mala vibración del concreto genera la porosidad y las irregularidades otras causas pueden ser una gran altura al verter el concreto y la composición incorrecta de los agregados pétreos.</p>
<p><b>Registro fotográfico:</b></p>	<p><b>Repercusiones:</b></p>
	<p>Disminución de la resistencia, durabilidad del concreto, fisuración y afectación en el acabado de un elemento estructural.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.</p>

Fuente: Los Autores




 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 11. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación

<p><b>Puente:</b> Puente Vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación</p>	
<p><b>Elemento:</b> Vigas y riostras puente antiguo</p>	
<p><b>Patología:</b></p>	<p><b>Posibles Causas:</b></p>
<p><b>Corrosión</b></p> <p>Falta de recubrimiento en las vigas por lo que se ve expuesto el acero de refuerzo y se genera corrosión.</p>	<p>Malos procesos constructivos son la principal causa de esta patología, donde no se conservan los recubrimientos mínimos que exige la norma CCP-14.</p>
<p><b>Registro fotográfico:</b></p>	<p><b>Repercusiones:</b></p>
	<p>Se puede afectar el comportamiento estructural del elemento generando perdida de adherencia entre al acero y el concreto y delaminación del concreto además de una perdida de las propiedades mecánicas del acero.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Se debe remover el material deteriorado del acero de refuerzo, para luego proceder a colocar un acero nuevo con las consideraciones de traslapos correctas para luego colocar un mortero de reparación con los recubrimientos adecuados.</p>

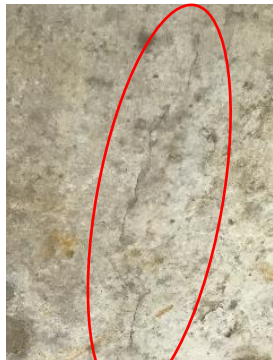

Fuente: Los Autores

Tabla 12. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación	
<b>Elemento:</b> Losa puente antiguo	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Lixiviación y eflorescencias</b>	Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente.
Evidencia de humedad y lixiviación en la parte inferior de la losa.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	Cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.
	<b>Posible Solución:</b>  Control de las fugas de agua desde la superficie del puente y la reparación de la junta de construcción.  Limpieza de los drenes de la superficie del puente para que el agua fluya y no se infiltre en la estructura.


Fuente: Los Autores

Tabla 13. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación	
<b>Elemento:</b> Vigas puente ampliación	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Fisuración</b>	Se produce una reacción exotérmica que produce una evaporación del agua generando una pérdida de volumen donde el concreto se contrae y se genera la fisura.
Fisuración por retracción y fraguado a lo largo de la viga.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
 	Por las dimensiones de la fisura no se considera un daño estructural o una reducción de la durabilidad. Pero si se pueden generar infiltraciones de agua que puede llevar a una patología más grave como la corrosión del acero de refuerzo.
	<b>Posible Solución:</b>
	Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.

Fuente: Los Autores


Tabla 14. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación	
<b>Elemento:</b> Juntas de construcción	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Contaminación biológica</b>	Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente.
Nacimiento de hierba en las uniones entre elementos.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	Afectación en la durabilidad del puente a largo plazo.
	<b>Posible Solución:</b>
	Afectación en la durabilidad del puente por absorción del calcio en el concreto a través de la materia orgánica esto puede suceder a largo plazo.

Fuente: Los Autores


 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 15. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación

<p><b>Puente:</b> Puente Vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación</p>	
<p><b>Elemento:</b> Juntas de construcción</p>	
<p><b>Patología:</b></p>	<p><b>Posibles Causas:</b></p>
<p><b>Construcción inadecuada de junta</b></p> <p>Se construyó una junta solamente para la ampliación, teniendo en cuenta que el puente inicial se pudo haber diseñado sin junta por la norma vigente de esa época se debió considera la junta completa para que tuviera una eficiencia en el puente total.</p>	<p>Malas prácticas constructivas además de una desconsideración de la junta para todo el puente en el diseño de la sección de ampliación.</p>
<p><b>Registro fotográfico:</b></p>	<p><b>Repercusiones:</b></p>
	<p>Afectación en la durabilidad del puente a largo plazo por vibración y comportamiento diferencial donde la junta actual no tiene un efecto eficiente.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Sustitución de la junta actual y evaluación en diseño de una junta completa para el puente y con esto lograr un comportamiento uniforme de la súper estructura.</p>

Fuente: Los Autores


Tabla 16. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación	
<b>Elemento:</b> Baranda puente antiguo	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Fisuración</b>	Se presentan debido a materiales deteriorados por la exposición directa al ambiente y la posible mala ubicación de los apoyos.
Fisuras en los apoyos de la baranda y en el elemento horizontal tipo viga.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	Daños que afectan la funcionabilidad del puente y genera inseguridad principalmente al peatón y a los conductores ya que pierde la función de barrera de contención.
	<b>Posible Solución:</b>
	Construcción de una nueva baranda similar a la que está en el costado de ampliación del puente.

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 17. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación

<p><b>Puente:</b> Puente Vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación</p>	
<p><b>Elemento:</b> Baranda puente antiguo</p>	
<p><b>Patología:</b></p>	<p><b>Posibles Causas:</b></p>
<p><b>Descascaramiento y daño por humedad</b></p>	<p>Se presentan debido la humedad directa sobre el elemento, esto porque la pintura de protección está deteriorada gravemente.</p>
<p>Deterioro agresivo en el concreto que generan los daños que presenta la estructura de la baranda.</p>	
<p><b>Registro fotográfico:</b></p>	<p><b>Repercusiones:</b></p>
	<p>Daños que afectan la funcionalidad del puente y genera inseguridad principalmente al peatón y a los conductores ya que pierde la función de barrera de contención.</p>
	<p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Construcción de una nueva baranda similar a la que está en el costado de ampliación del puente.</p>

Fuente: Los Autores


Tabla 18. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación	
<b>Elemento:</b> Superestructura	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Asentamiento</b>	<p>Probablemente por deficiencia en los estudios geotécnicos y la evaluación incorrecta en el comportamiento del suelo. Además, el comportamiento del puente con la ampliación y la junta de construcción que solo abarca el tramo más reciente de la estructura.</p>
<p>Se evidencia un asentamiento de todo el puente aproximado de 4.5cm.</p>	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Inestabilidad estructural y afectación de los elementos estructurales por movimientos para los que no fueron diseñados, como fisuración o aplastamiento.</p>
	<p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Control de asentamientos y un estudio para analizar si es conveniente intervenir la estructura con gatos hidráulicos para levantarla o si no es justificada una intervención tan costosa para esta afectación.</p>

Fuente: Los Autores



Tabla 19. Inspección puente vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Rio Bogotá Antiguo + Ampliación	
<b>Elemento:</b> Superestructura	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Asentamiento – Deformación por Creep</b>	<p>Se presenta generalmente por una deformación progresiva de los elementos en periodos amplios de tiempo esto por peso propio del elemento, condiciones ambientales y edad del concreto.<sup>29</sup></p>
<p>Se puede identificar en todo el puente una deformación irregular generada por Creep.</p>	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Inestabilidad estructural y afectación de los elementos estructurales por deformaciones progresivos que pueden generar otras fallas como fisuras.</p>
	<p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Control de deformaciones y un estudio para analizar si es conveniente intervenir la estructura de algún modo.</p>

Fuente: Los Autores

<sup>29</sup> ORTÍZ SOTO, David. Efectos de la deformación del creep en columnas de concreto. Tesis de grado de maestría en ingeniería civil. México D.F. Instituto Politecnico Nacional. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura. Sección de Estudios de posgrado e Investigación. 2015. 2-17 p.

## 2.2 PUENTE VEHICULAR SERIES

La estructura se encuentra localizada sobre la Vía Bogotá – Chía, en la salida de la ciudad de Bogotá por la carrera séptima

La estructura consiste en un puente de cinco luces con una longitud total de 155 metros. La superestructura está conformada por una viga cajón de concreto reforzado de 1.36 m de alto. Tanto los estribos como las cuatro pilas intermedias son de concreto reforzado. El tablero está formado por una losa de concreto reforzado de 9.5 m de ancho total, con barandas que son de concreto reforzado.

Tabla 20. Geometría puente vehicular Series

<b>Geometría</b>			
Numero de luces	5	Altura de pilas (m)	-
Longitud luz menor (m)	22.5	Altura de estribos (m)	4.775
Longitud luz mayor (m)	40	Long. Apoyo en pilas (m)	-
Longitud total (m)	155	Long. Apoyo en estribos (m)	-
Ancho separador (m)	-	Puente en terraplén (S/N)	S
Ancho andén izquierdo (m)	-	Puente en curva o tangente (C/T)	T
Ancho andén derecho (m)	-	Esviaje (Grados)	-
Ancho del tablero (m)	9.5	Paso superior/inferior(S/I)	S
Ancho de calzada (m)	7.5	Paso por el cauce (S/N)	N
Área (m <sup>2</sup> )	1473	Variante existente(S/N)	N


Fuente: Los Autores

Tabla 21. Inventario puente vehicular Series

<b>Detalles</b>	
Número de vigas	2
Tipo de baranda	concreto solido tipo new jersey
Tipo superficie de rodadura	Asfalto
Tipo de junta de expansión	Acero con sello fijo de neopreno
Tipo de apoyos	Apoyo de neopreno
Obstáculo que cruza	carretera concesionada

Fuente: Los Autores

Tabla 22. Inspección puente vehicular Series

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Series	
<b>Elemento:</b> Estribos	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Contaminación biológica</b></p> <p>Nacimiento de hierba en las uniones entre las vigas y el estribo.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Afectación en la durabilidad del puente por absorción del calcio en el concreto a través de la materia orgánica esto puede suceder a largo plazo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Reparación y sellado de las juntas de construcción, mantenimiento y limpieza para controlar el crecimiento del material biológico.</p>


Fuente: Los Autores

Tabla 23. Inspección puente vehicular Series

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Series	
<b>Elemento:</b> Estribos	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Humedad</b></p> <p>Evidencia de exceso de humedad desde la el apoyo del estribo.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Esta humedad puede llevar a otras patologías como lixiviación o carbonatación que pueden afectar con el cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.</p>
	<p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Reparación y sellado de las juntas de construcción.</p>

Fuente: Los Autores


Tabla 24. Inspección puente vehicular Series

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Series	
<b>Elemento:</b> Apoyos	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Humedad</b></p> <p>Evidencia de exceso de humedad en el apoyo del estribo.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Esta humedad puede llevar a otras patologías como lixiviación o carbonatación que pueden afectar con cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.</p>
	<b>Posible Solución:</b>
	<p>Reparación y sellado de las juntas de construcción.</p>

Fuente: Los Autores

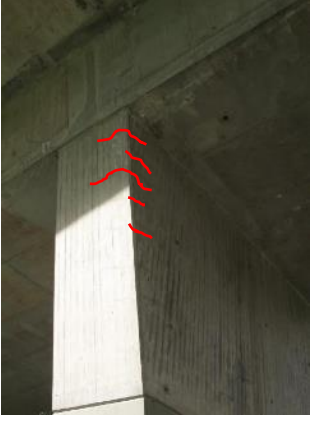

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 25. Inspección puente vehicular Series

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Series	
<b>Elemento:</b> Aletas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Contaminación biológica</b>	Infiltración del agua desde la superficie del puente, exposición del elemento a cielo abierto y exceso humedad en el ambiente.
Nacimiento de hierba en las uniones entre elementos.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	Afectación en la durabilidad del puente por absorción del calcio en el concreto a través de la materia orgánica esto puede suceder a largo plazo.
	<b>Posible Solución:</b>
	Mantenimiento y limpieza para controlar el crecimiento del material biológico.

Fuente: Los Autores

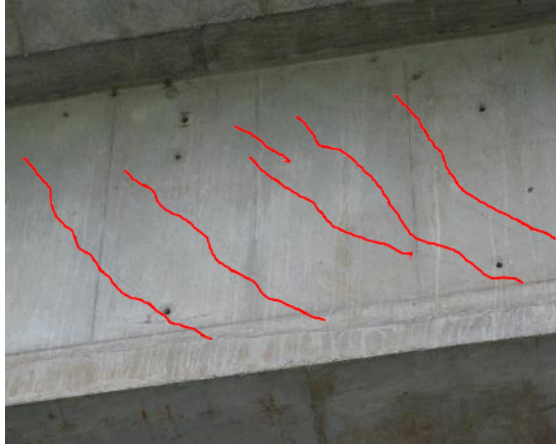
Tabla 26. Inspección puente vehicular Series

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Series	
<b>Elemento:</b> Pilas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Fisuración</b>	Se presentan debido a un exceso de carga axial.
Fisura horizontal por aplastamiento.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
  	Podría generar un daño estructural y una reducción de la durabilidad además de otras patologías como el Descascaramiento del concreto y la corrosión del acero de refuerzo.
	<b>Posible Solución:</b>
Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.	

Fuente: Los Autores

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--

Tabla 27. Inspección puente vehicular Series

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Series	
Elemento: Vigas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Fisuración</b>	Se presentan debido a los esfuerzos cortantes. En los extremos de las luces donde el cortante es mayor presentando fisuras oblicuas transversales a la dirección del acero principal.
Fisuración por cortante	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	Podría generar un daño estructural, una reducción de la durabilidad, la falla del elemento a largo plazo o un Descascaramiento que podría llevar a la corrosión del acero de refuerzo.
	<b>Posible Solución:</b>  Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.

Fuente: Los Autores




Tabla 28. Inspección puente vehicular Series

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Series	
<b>Elemento:</b> Vigas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Contaminación por humo</b>	Se presentan debido al paso periódico del tren por debajo del puente.
Contaminación de humo negro.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	Podría generar otras patologías como lixiviaciones.
	<b>Posible Solución:</b>  Hacer una limpieza y mantenimiento rutinario en vigas.

Fuente: Los Autores



Tabla 29. Inspección puente vehicular Series

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Series	
<b>Elemento:</b> Vigas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Corrosión</b>  Falta de recubrimiento en las vigas por lo que se ve expuesto el acero de refuerzo y se genera corrosión.	Malos procesos constructivos son la principal causa de esta patología, donde no se conservan los recubrimientos mínimos que exige la norma CCP-14.
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	Se puede afectar el comportamiento estructural del elemento generando pérdida de adherencia entre el acero y el concreto y delaminación del concreto además de una pérdida de las propiedades mecánicas del acero.  <b>Posible Solución:</b>  Se debe remover el material deteriorado del acero de refuerzo, para luego proceder a colocar un acero nuevo con las consideraciones de traslapes correctas para luego colocar un mortero de reparación con los recubrimientos adecuados.

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 30. Inspección puente vehicular Series

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Series	
<b>Elemento:</b> Losa	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Fisuración</b>	Se presenta por flexión donde hay concentración de tensiones en la losa.
Fisuración de la losa entre las vigas.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
 	Podría generar un daño estructural, una reducción de la durabilidad o un descascaramiento que podría llevar a la corrosión del acero de refuerzo.
	<b>Posible Solución:</b>
	Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 31. Inspección puente vehicular Series

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Series	
<b>Elemento:</b> Losa	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Fisuración</b></p> <p>Fisuración de la losa en el voladizo del puente.</p>	<p>Se presenta por flexión donde hay concentración de tensiones en la losa.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Podría generar un daño estructural, una reducción de la durabilidad o un descascaramiento que podría llevar a la corrosión del acero de refuerzo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.</p>

Fuente: Los Autores


 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 32. Inspección puente vehicular Series

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Series	
<b>Elemento:</b> Juntas de construcción	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Contaminación biológica</b>	Infiltración del agua desde la superficie del puente, falta de mantenimiento de la junta
Nacimiento de hierba en las uniones entre elementos.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	Afectación en la durabilidad del puente por la infiltración de agua hacia la infraestructura.
	<b>Posible Solución:</b>  Restaurar la junta de construcción, reemplazar el neopreno y aplicar pintura anticorrosiva.

Fuente: Los Autores


Tabla 33. Inspección puente vehicular Series

<p><b>Puente:</b> Puente Vehicular Series</p>	
<p><b>Elemento:</b> Superestructura</p>	
<p><b>Patología:</b></p>	<p><b>Posibles Causas:</b></p>
<p><b>Asentamiento</b></p>	<p>Probablemente por deficiencia en los estudios geotécnicos y la evaluación incorrecta en el comportamiento del suelo. Además, las cargas aplicadas a lo largo del tiempo generan asentamientos.</p>
<p>Se evidencia un asentamiento de todo el puente aproximado de 3.0cm.</p>	
<p><b>Registro fotográfico:</b></p>	<p><b>Repercusiones:</b></p>
	<p>Inestabilidad estructural y afectación de los elementos estructurales por movimientos para los que no fueron diseñados, como fisuración o aplastamiento.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Control de asentamientos y un estudio para analizar si es conveniente intervenir la estructura con gatos hidráulicos para levantarla o si no es justificada una intervención tan costosa para esta afectación.</p>

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 34. Inspección puente vehicular Series

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Series	
<b>Elemento:</b> Junta de construcción	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Infiltraciones</b>	Falta de mantenimiento de la junta y desgaste del neopreno.
Se encuentran por la reducción y desgaste del neopreno.	.
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	Permite infiltración hacia los elementos inferiores del puente generando lixiviaciones y eflorescencias.
	<b>Posible Solución:</b>  Restaurar la junta de construcción, reemplazar el neopreno y aplicar pintura anticorrosiva.

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 35. Inspección puente vehicular Series

<p><b>Puente:</b> Puente Vehicular Series</p>	
<p><b>Elemento:</b> Barreras de protección</p>	
<p><b>Patología:</b></p>	<p><b>Posibles Causas:</b></p>
<p><b>Descascaramiento</b></p>	<p>Se presentan debido a que la barrera de protección no tiene apoyos intermedios que acorte su luz. Además del efecto por los asentamientos diferenciales del puente.</p>
<p>Se encuentra una sección de la barrera destruida dejando el acero expuesto.</p>	
<p><b>Registro fotográfico:</b></p>	<p><b>Repercusiones:</b></p>
	<p>Daños que afectan la funcionalidad del puente y genera inseguridad principalmente al peatón y a los conductores ya que pierde la función de barrera de contención.</p>
	<p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Reconstrucción de la zona de la barrera destruida, además de reemplazo del acero corroído.</p>

Fuente: Los Autores



### 2.3 PUENTE VEHICULAR CHÍA ORIENTAL

La estructura se encuentra localizada sobre la vía Bogotá – Zipaquirá, a la altura del Centro Comercial Centro Chía.

La estructura consiste en un puente de nueve luces con una longitud total de 240 metros. La superestructura está conformada por una viga cajón de concreto reforzado de 1.26 m de alto, simplemente apoyadas. Tanto en los estribos como las ocho pilas intermedias son de concreto reforzado. El tablero está formado por una losa de concreto reforzado de 9.5 m de ancho total, con andén en ambos costados de 0.75 m, donde se ubican las barandas que son de concreto reforzado.

Tabla 36. Geometría puente vehicular Chía Oriental

<b>Geometría</b>			
Numero de luces	9	Altura de pilas (m)	-
Longitud luz menor (m)	26	Altura de estribos (m)	3.949
Longitud luz mayor (m)	27.5	Long. Apoyo en pilas (m)	-
Longitud total (m)	240	Long. Apoyo en estribos (m)	-
Ancho separador (m)	-	Puente en terraplén (S/N)	S
Ancho andén izquierdo (m)	-	Puente en curva o tangente (C/T)	C
Ancho andén derecho (m)	-	Esviaje (Grados)	-
Ancho del tablero (m)	9.5	Paso superior/inferior(S/I)	S
Ancho de calzada (m)	8	Paso por el cauce (S/N)	N
Área (m <sup>2</sup> )	2280	Variante existente(S/N)	N

Fuente: Los Autores


Tabla 37. Inventario puente vehicular Chía Oriental

<b>Detalles</b>	
Número de vigas	1
Tipo de baranda	concreto solido tipo new jersey
Tipo superficie de rodadura	Asfalto
Tipo de junta de expansión	Acero con sello fijo de neopreno
Tipo de apoyos	Apoyo de neopreno
Obstáculo que cruza	carretera concesionada

Fuente: Los Autores


 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 38. Inspección puente vehicular Chía Oriental

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Oriental	
<b>Elemento:</b> Estribos	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Carbonatación</b></p> <p>Evidencia de humedad y lixiviación en los apoyos.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Reparación y sellado de las juntas de construcción.</p>


Fuente: Los Autores

Tabla 39. Inspección puente vehicular Chía Oriental

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Oriental	
<b>Elemento:</b> Estribos	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Humedad</b></p> <p>Evidencia de exceso de humedad en el apoyo del estribo.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Esta humedad puede llevar a otras patologías como lixiviación o carbonatación que pueden afectar con cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.</p>
	<b>Posible Solución:</b>
	<p>Reparación y sellado de las juntas de construcción.</p>


Fuente: Los Autores

Tabla 40. Inspección puente vehicular Chía Oriental

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Oriental	
<b>Elemento:</b> Pilas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Descascaramiento</b>	Se presentan debido a la posible humedad del concreto en la base de las pilas lo que pudo generar delaminación de concreto.
Daños en el concreto de la base de las pilas generados por descascaramiento.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	Podría afectar la durabilidad de la estructura y por procesos de delaminación del material dejar expuestos el acero de refuerzo lo que llevaría a la corrosión del mismo.
	<b>Posible Solución:</b>
	Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico para recuperar el recubrimiento perdido.

Fuente: Los Autores


Tabla 41. Inspección puente vehicular Chía Oriental

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Oriental	
<b>Elemento:</b> Pilas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Segregación del concreto</b>	<p>Malos procesos constructivos son la principal causa de esta patología, donde una mala vibración del concreto genera la porosidad y las irregularidades otras causas pueden ser una gran altura al verter el concreto y la composición incorrecta de los agregados pétreos.</p>
<p>Perdida de recubrimiento del concreto, porosidad y disminución de la durabilidad del elemento.</p>	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Disminución de la resistencia, durabilidad del concreto, fisuración y afectación en el acabado de un elemento estructural.</p>
	<p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.</p>

Fuente: Los Autores


 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 42. Inspección puente vehicular Chía Oriental

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Oriental	
<b>Elemento:</b> Vigas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Lixiviación y eflorescencias</b></p> <p>Evidencia de humedad y lixiviación en las vigas ubicadas en los extremos del puente.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente y exceso humedad en el ambiente</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Mantenimiento y limpieza periódicos en las vigas exteriores. Mantenimiento a los drenajes del puente para garantizar que el agua no fluya hacia las vigas.</p>

Fuente: Los Autores


Tabla 43. Inspección puente vehicular Chía Oriental

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Oriental	
<b>Elemento:</b> Vigas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Hormigueo del concreto</b></p> <p>Perdida de recubrimiento del concreto, porosidad y disminución de la durabilidad del elemento.</p>	<p>Malos procesos constructivos son la principal causa de esta patología, donde una mala vibración del concreto genera la porosidad y las irregularidades otras causas pueden ser una gran altura al verter el concreto y la composición incorrecta de los agregados pétreos.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Disminución de la resistencia, durabilidad del concreto, fisuración y afectación en el acabado de un elemento estructural.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.</p>

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 44. Inspección puente vehicular Chía Oriental

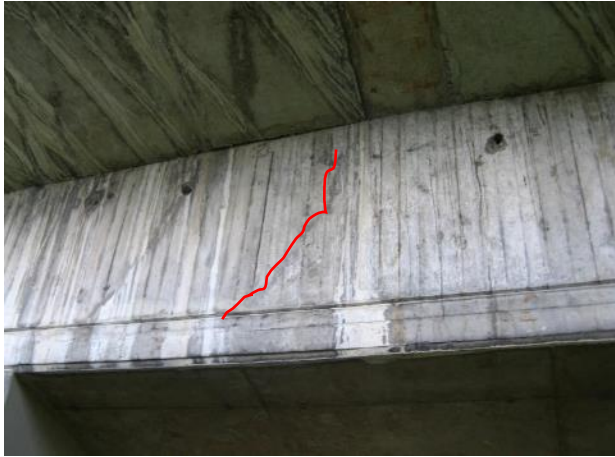
<b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Oriental	
<b>Elemento:</b> Vigas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Descascaramiento</b>	<p>Aparentemente la estructura sufrió un daño externo que generó la delaminación del concreto y la posible exposición del acero de refuerzo a mediano plazo.</p>
<p>Delaminación del concreto eliminando el recubrimiento y exponiendo el acero de refuerzo.</p>	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Se puede afectar el comportamiento estructural del elemento generando pérdida de adherencia entre el acero y el concreto y delaminación del concreto además de una pérdida de las propiedades mecánicas del acero.</p>
	<b>Posible Solución:</b>
	<p>Se debe remover el material deteriorado, para luego proceder a colocar un mortero de reparación con los recubrimientos adecuados.</p>

Fuente: Los Autores




 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 45. Inspección puente vehicular Chía Oriental

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Oriental	
<b>Elemento:</b> Vigas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Fisuración</b>	<p>Se presentan debido a los esfuerzos cortantes. En los extremos de las luces donde el cortante es mayor presentando fisuras oblicuas transversales a la dirección del acero principal.</p>
Fisuración por cortante	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Podría generar un daño estructural, una reducción de la durabilidad, la falla del elemento a largo plazo o un descascaramiento que podría llevar a la corrosión del acero de refuerzo.</p>
	<p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.</p>

Fuente: Los Autores


Tabla 46. Inspección puente vehicular Chía Oriental

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Oriental	
<b>Elemento:</b> Losa	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Lixiviación y eflorescencias</b></p> <p>Evidencia de humedad y lixiviación en la losa ubicadas en los extremos del puente.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente y exceso humedad en el ambiente</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.</p>
	<p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Mantenimiento y limpieza periódicos en las vigas exteriores. Mantenimiento a los drenajes del puente para garantizar que el agua no fluya hacia las vigas.</p>

Fuente: Los Autores


 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 47. Inspección puente vehicular Chía Oriental

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Oriental	
<b>Elemento:</b> Losa	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Fisuración</b>	Se presenta por flexión donde hay concentración de tensiones en la losa.
Fisuración de la losa entre las vigas.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	Podría generar un daño estructural, una reducción de la durabilidad o un descascaramiento que podría llevar a la corrosión del acero de refuerzo.
	<b>Posible Solución:</b>  Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.

Fuente: Los Autores


Tabla 48. Inspección puente vehicular Chía Oriental

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Oriental	
<b>Elemento:</b> Losa	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Hormigueo del concreto</b>	<p>Malos procesos constructivos son la principal causa de esta patología, donde una mala vibración del concreto genera la porosidad y las irregularidades otras causas pueden ser una gran altura al verter el concreto y la composición incorrecta de los agregados pétreos.</p>
<p>Perdida de recubrimiento del concreto, porosidad y disminución de la durabilidad del elemento.</p>	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Disminución de la resistencia, durabilidad del concreto, fisuración y afectación en el acabado de un elemento estructural.</p>
	<b>Posible Solución:</b>
	<p>Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.</p>

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 49. Inspección puente vehicular Chía Oriental

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Oriental	
<b>Elemento:</b> Juntas de construcción	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Contaminación biológica</b>	Infiltración del agua desde la superficie del puente, falta de mantenimiento de la junta.
Nacimiento de hierba en las uniones entre elementos.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	Afectación en la durabilidad del puente por la infiltración de agua hacia la infraestructura.
	<b>Posible Solución:</b>
	Restaurar la junta de construcción, reemplazar el neopreno y aplicar pintura anticorrosiva.

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 50. Inspección puente vehicular Chía Oriental

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Oriental	
<b>Elemento:</b> Junta de construcción	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Infiltraciones</b></p> <p>Se encuentran por la reducción y desgaste del neopreno.</p>	<p>Falta de mantenimiento de la junta y desgaste del neopreno.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Permite infiltración hacia los elementos inferiores del puente generando lixiviaciones y eflorescencias.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Restaurar la junta de construcción, reemplazar el neopreno y aplicar pintura anticorrosiva.</p>

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 51. Inspección puente vehicular Chía Oriental

<p><b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Oriental</p>	
<p><b>Elemento:</b> Barrera de protección</p>	
<p><b>Patología:</b></p>	<p><b>Posibles Causas:</b></p>
<p><b>Descascaramiento</b></p>	<p>Se presentan debido la exposición directa del ambiente sobre el elemento y a falta de impermeabilización de la barrera.</p>
<p>Deterioro agresivo en el concreto que genera los daños que presenta la estructura de la baranda.</p>	
<p><b>Registro fotográfico:</b></p>	<p><b>Repercusiones:</b></p>
	<p>Daños que afectan la funcionabilidad del puente y genera inseguridad principalmente al peatón y a los conductores ya que pierde la función de barrera de contención.</p>
	<p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Reconstrucción e inyección con mortero de baja retracción en las zonas de menor afectación.</p>

Fuente: Los Autores


 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 52. Inspección puente vehicular Chía Oriental

<p><b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Oriental</p>	
<p><b>Elemento:</b> Barrera de protección</p>	
<p><b>Patología:</b></p>	<p><b>Posibles Causas:</b></p>
<p><b>Carbonatación</b></p> <p>Evidencia de humedad y manchas de carbonatación en la estructura de la barrera.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso de humedad en el ambiente</p>
<p><b>Registro fotográfico:</b></p>	<p><b>Repercusiones:</b></p>
	<p>Cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Limpieza de las manchas de carbonatación y reconstrucción con mortero de baja retracción.</p>

Fuente: Los Autores



 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--

## 2.4 PUENTE VEHICULAR CHÍA OCCIDENTAL

Se encuentra localizado en la vía Zipaquirá – Bogotá En las cercanías al centro comercial Centro Chía.

Consiste en un Puente de siete luces apoyadas sobre pilas con una longitud del puente aproximada de 200m. La superestructura consta de dos vigas cajón de concreto reforzado y una altura de 1.3m, el puente tiene 12m de ancho con un andén de 0.80m en ambos costados donde se ubican las barreras de protección.

Tabla 53. Geometría puente vehicular Chía Occidental

<b>Geometría</b>			
Numero de luces	7	Altura de pilas (m)	-
Longitud luz menor (m)	22	Altura de estribos (m)	3.949
Longitud luz mayor (m)	33	Long. Apoyo en pilas (m)	-
Longitud total (m)	200	Long. Apoyo en estribos (m)	-
Ancho separador (m)	-	Puente en terraplén (S/N)	S
Ancho andén izquierdo (m)	-	Puente en curva o tangente (C/T)	C
Ancho andén derecho (m)	-	Esviaje (Grados)	-
Ancho del tablero (m)	12	Paso superior/inferior(S/I)	S
Ancho de calzada (m)	10.5	Paso por el cauce (S/N)	N
Área (m <sup>2</sup> )	2400	Variante existente(S/N)	N

Fuente: Los Autores


Tabla 54. Inventario puente vehicular Chía Occidental

<b>Detalles</b>	
Número de vigas	2
Tipo de baranda	concreto solido tipo new jersey
Tipo superficie de rodadura	Asfalto
Tipo de junta de expansión	Acero con sello fijo de neopreno
Tipo de apoyos	Apoyo de neopreno
Obstáculo que cruza	carretera concesionada

Fuente: Los Autores



 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 55. Inspección puente vehicular Chía Occidental

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Occidental	
<b>Elemento:</b> Estribos	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Lixiviación y eflorescencias</b></p> <p>Evidencia de humedad y lixiviación en el estribo.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Reparación y sellado de las juntas de construcción.</p>


Fuente: Los Autores

Tabla 56. Inspección puente vehicular Chía Occidental

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Occidental	
<b>Elemento:</b> Estribos	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Contaminación biológica</b></p> <p>Nacimiento de hierba en las uniones entre las vigas y el estribo y en la parte inferior del mismo.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Afectación en la durabilidad del puente por absorción del calcio en el concreto a través de la materia orgánica esto puede suceder a largo plazo.</p>
	<p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Reparación y sellado de las juntas de construcción, mantenimiento y limpieza para controlar el crecimiento del material biológico.</p>

Fuente: Los Autores


Tabla 57. Inspección puente vehicular Chía Occidental

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Occidental	
<b>Elemento:</b> Apoyos	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Lixiviación y eflorescencias</b></p> <p>Evidencia de humedad y lixiviación en la parte inferior de los neoprenos.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Reparación y sellado de las juntas de construcción, mantenimiento y limpieza de los drenajes en la superficie del puente.</p>

Fuente: Los Autores



 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 58. Inspección puente vehicular Chía Occidental

<p><b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Occidental</p>	
<p><b>Elemento:</b> Apoyos</p>	
<p><b>Patología:</b></p>	<p><b>Posibles Causas:</b></p>
<p><b>Lixiviación y eflorescencias</b>  Evidencia de humedad y lixiviación en los apoyos.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente</p>
<p><b>Registro fotográfico:</b></p>	<p><b>Repercusiones:</b></p>
	<p>Cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.</p> <p><b>Posible Solución:</b>  Reparación y sellado de las juntas de construcción.</p>

Fuente: Los Autores

Tabla 59. Inspección puente vehicular Chía Occidental

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Occidental	
<b>Elemento:</b> Aletas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Fisuración</b>	Se presentan debido a que no hay una dilatación entre el muro de contención y el estribo.
Fisuras por cortante	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
 	Podría generar un daño estructural, una reducción de la durabilidad, la falla del elemento a largo plazo y un descascaramiento que podría llevar a la corrosión del acero de refuerzo.
	<b>Posible Solución:</b>  Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.


Fuente: Los Autores

Tabla 60. Inspección puente vehicular Chía Occidental

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Occidental	
<b>Elemento:</b> Pilas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Fisuración</b>	Se presentan debido a un exceso de carga axial.
Fisura horizontal por aplastamiento.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	Podría generar un daño estructural y una reducción de la durabilidad además de infiltraciones de agua que puede llevar a una patología más grave como el descascaramiento del concreto y la corrosión del acero de refuerzo.
	<b>Posible Solución:</b>
Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.	

Fuente: Los Autores


Tabla 61. Inspección puente vehicular Chía Occidental

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Occidental	
<b>Elemento:</b> Pilas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Descascaramiento del concreto</b>	Se presentan debido a la posible humedad del concreto en la base de las pilas lo que pudo generar delaminación de concreto.
Daños en el concreto de la base de las pilas generados por descascaramiento.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	Podría afectar la durabilidad de la estructura y por procesos de delaminación del material dejar expuestos el acero de refuerzo lo que llevaría a la corrosión del mismo.
	<b>Posible Solución:</b>
	Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico para recuperar el recubrimiento perdido.

Fuente: Los Autores




Tabla 62. Inspección puente vehicular Chía Occidental

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Occidental	
<b>Elemento:</b> Pilas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Corrosión</b>	<p>Aparentemente la estructura sufrió un daño externo que generó la delaminación del concreto y la exposición del acero de refuerzo.</p>
<p>Delaminación del concreto eliminando el recubrimiento y exponiendo el acero de refuerzo.</p>	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Se puede afectar el comportamiento estructural del elemento generando pérdida de adherencia entre al acero y el concreto y delaminación del concreto además de una pérdida de las propiedades mecánicas del acero.</p>
	<p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Se debe remover el material deteriorado del acero de refuerzo, para luego proceder a colocar un mortero de reparación con los recubrimientos adecuados.</p>

Fuente: Los Autores


 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 63. Inspección puente vehicular Chía Occidental

<p><b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Occidental</p>	
<p><b>Elemento:</b> Vigas</p>	
<p><b>Patología:</b></p>	<p><b>Posibles Causas:</b></p>
<p><b>Lixiviación y eflorescencias</b></p> <p>Evidencia de humedad y lixiviación en las vigas ubicadas en los extremos del puente.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente y exceso humedad en el ambiente</p>
<p><b>Registro fotográfico:</b></p>	<p><b>Repercusiones:</b></p>
	<p>Cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Mantenimiento y limpieza periódicos en las vigas exteriores. Mantenimiento a los drenajes del puente para garantizar que el agua no fluya hacia las vigas.</p>

Fuente: Los Autores


Tabla 64. Inspección puente vehicular Chía Occidental

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía occidental	
<b>Elemento:</b> Vigas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Segregación del concreto</b></p> <p>Perdida de recubrimiento del concreto, porosidad y disminución de la durabilidad del elemento.</p>	<p>Malos procesos constructivos son la principal causa de esta patología, donde una mala vibración del concreto genera la porosidad y las irregularidades otras causas pueden ser una gran altura al verter el concreto y la composición incorrecta de los agregados pétreos.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Disminución de la resistencia, durabilidad del concreto, fisuración y afectación en el acabado de un elemento estructural.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.</p>

Fuente: Los Autores



 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--

Tabla 65. Inspección puente vehicular Chía Occidental

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Occidental	
<b>Elemento:</b> Vigas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Fisuración</b>	Se presentan debido a los esfuerzos cortantes. En los extremos de las luces donde el cortante es mayor presentando fisuras oblicuas transversales a la dirección del acero principal.
Fisuración por cortante	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	Podría generar un daño estructural, una reducción de la durabilidad, la falla del elemento a largo plazo o un descascaramiento que podría llevar a la corrosión del acero de refuerzo.
	<b>Posible Solución:</b>
	Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.

Fuente: Los Autores


Tabla 66. Inspección puente vehicular Chía Occidental

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Occidental	
<b>Elemento:</b> Losa	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Fisuración</b>	Se presenta por flexión donde hay concentración de tensiones en la losa.
Fisuración de la losa entre las vigas.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
 	Podría generar un daño estructural, una reducción de la durabilidad o un descascaramiento que podría llevar a la corrosión del acero de refuerzo.
	<b>Posible Solución:</b>
Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.	

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 67. Inspección puente vehicular Chía Occidental

<p><b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Occidental</p>	
<p><b>Elemento:</b> Junta de construcción</p>	
<p><b>Patología:</b></p>	<p><b>Posibles Causas:</b></p>
<p><b>Contaminación biológica</b></p>	<p>Falta de mantenimiento de la junta y desgaste del neopreno.</p>
<p>Se encuentra colmatación de tierra y material orgánico.</p>	<p>.</p>
<p><b>Registro fotográfico:</b></p>	<p><b>Repercusiones:</b></p>
	<p>Permite infiltración hacia los elementos inferiores del puente y pérdida de las propiedades del neopreno.</p>
	<p><b>Posible Solución:</b></p>
	<p>Restaurar los ángulos de acero, hacer una limpieza de los materiales colmatados y reemplazar la junta.</p>

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 68. Inspección puente vehicular Chía Occidental

<p><b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Occidental</p>	
<p><b>Elemento:</b> Junta de construcción</p>	
<p><b>Patología:</b></p>	<p><b>Posibles Causas:</b></p>
<p><b>Infiltraciones</b></p> <p>Se encuentran por la reducción y desgaste del neopreno.</p>	<p>Falta de mantenimiento de la junta y desgaste del neopreno.</p>
<p><b>Registro fotográfico:</b></p>	<p><b>Repercusiones:</b></p>
	<p>Permite infiltración hacia los elementos inferiores del puente generando lixiviaciones y eflorescencias.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Restaurar la junta de construcción, reemplazar el neopreno y aplicar pintura anticorrosiva.</p>

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 69. Inspección puente vehicular Chía Occidental

<p><b>Puente:</b> Puente Vehicular Chía Occidental</p>	
<p><b>Elemento:</b> Barreras de protección</p>	
<p><b>Patología:</b></p>	<p><b>Posibles Causas:</b></p>
<p><b>Fisuración</b></p> <p>Se encuentran fisuras verticales en varias zonas de las barreras.</p>	<p>Se presentan debido a que la barrera de protección no tiene apoyos intermedios que acorte su luz.</p>
<p><b>Registro fotográfico:</b></p>	<p><b>Repercusiones:</b></p>
	<p>Daños que afectan la funcionalidad del puente y genera inseguridad principalmente al peatón y a los conductores ya que pierde la función de barrera de contención.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.</p>

Fuente: Los Autores



## 2.5 PUENTE VEHICULAR CHÍA CENTRAL

La estructura se encuentra localizada sobre la Vía Bogotá – Chía, a la altura del Centro Comercial Centro Chía, departamento de Cundinamarca.

Consiste en un puente de cinco luces con una longitud total de 139.71 metros. La superestructura está conformada por una viga cajón de 1.20 m de alto. Tanto los estribos como las cuatro pilas intermedias son de concreto reforzado. El tablero está formado por una losa de concreto reforzado de 8.5 m de ancho total, con andén en ambos costados de 0.45 m de ancho donde se ubican las barandas que son de concreto reforzado.

Tabla 70. Geometría puente vehicular Chía Central

<b>Geometría</b>			
Numero de luces	5	Altura de pilas (m)	-
Longitud luz menor (m)	27.5	Altura de estribos (m)	3.4215
Longitud luz mayor (m)	28.49	Long. Apoyo en pilas (m)	-
Longitud total (m)	139.71	Long. Apoyo en estribos (m)	-
Ancho separador (m)	-	Puente en terraplén (S/N)	S
Ancho andén izquierdo (m)	-	Puente en curva o tangente (C/T)	C
Ancho andén derecho (m)	-	Esviaje (Grados)	-
Ancho del tablero (m)	8.5	Paso superior/inferior(S/I)	S
Ancho de calzada (m)	7	Paso por el cauce (S/N)	N
Área (m <sup>2</sup> )	1188	Variante existente(S/N)	S



Fuente: Los Autores

Tabla 71. Inventario puente vehicular Chía Central

<b>Detalles</b>	
Número de vigas	1
Tipo de baranda	concreto solido tipo new jersey
Tipo superficie de rodadura	Asfalto
Tipo de junta de expansión	Acero con sello fijo de neopreno
Tipo de apoyos	Apoyo de neopreno
Obstáculo que cruza	carretera concesionada

Fuente: Los Autores


Tabla 72. Inspección puente vehicular Chía Central

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Centro Chía Central	
<b>Elemento:</b> Estribos	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Lixiviación y eflorescencias</b>	Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente.
Evidencia de humedad y lixiviación en el apoyo del estribo.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	Cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.
	

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 73. Inspección puente vehicular Chía Central

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Centro Chía Central	
<b>Elemento:</b> Estribos	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Contaminación biológica</b>	Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente.
Nacimiento de hierba en las uniones entre las vigas y el estribo.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	Afectación en la durabilidad del puente a largo plazo.
	<b>Posible Solución:</b>  Reparación y sellado de las juntas de construcción, mantenimiento y limpieza para controlar el crecimiento del material biológico. Por durabilidad se recomienda evitar exponer el concreto a altas temperaturas como las generadas por fogatas.

Fuente: Los Autores



 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 74. Inspección puente vehicular Chía Central

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Centro Chía Central	
<b>Elemento:</b> Aletas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Contaminación biológica</b></p> <p>Nacimiento de hierba en las uniones entre elementos.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente, exposición del elemento a cielo abierto y exceso humedad en el ambiente.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	<p>Afectación en la durabilidad del puente a largo plazo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Mantenimiento y limpieza para controlar el crecimiento del material biológico.</p>

Fuente: Los Autores


Tabla 75. Inspección puente vehicular Chía Central

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Centro Chía Central	
<b>Elemento:</b> Vigas y riostras	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Fisuración</b>	Se presentan debido al pandeo de los elementos o incrementos de cargas.
Fisuras superficiales	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	No se afecta el comportamiento de la estructura por lo que las fisuras son leves.
	
Reparar las fisuras con un material epóxico. A pesar de que son deterioros leves en un futuro pueden generar descascaramiento y pérdida del recubrimiento.	

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 76. Inspección puente vehicular Chía Central

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Centro Chía Central	
<b>Elemento:</b> Vigas y riostras	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Lixiviación y eflorescencias</b>	Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente.
Evidencia de humedad y lixiviación en la parte inferior de la losa.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	Cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.
	<b>Posible Solución:</b>  Control de las fugas de agua desde la superficie del puente y la reparación de la junta de construcción.

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 77. Inspección puente vehicular Chía Central

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Centro Chía Central	
<b>Elemento:</b> Vigas y riostras	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Contaminación biológica</b>	Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente.
Nacimiento de hierba en las uniones entre elementos.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	Afectación en la durabilidad del puente a largo plazo.
	<b>Posible Solución:</b>  Mantenimiento y limpieza para controlar el crecimiento del material biológico.

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 78. Inspección puente vehicular Chía Central


<b>Puente:</b> Puente Vehicular Centro Chía Central	
<b>Elemento:</b> Vigas y riostras	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Hormigqueo</b></p> <p>Exposición del agregado grueso y vacíos irregulares en la superficie de concreto cuando el mortero presente en la mezcla no logra cubrir todo el espacio alrededor de los agregados.</p>	<p>Escasez de mortero en la mezcla lo cual disminuye la manejabilidad del concreto y la probabilidad de que los agregados queden cubiertos con la pasta, fraguados tempranos o una inadecuada compactación que ayude al mortero a cubrir los agregados, así como las juntas de la formaleta</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	<p>Fisuras, porosidad del concreto y disminución de la resistencia y durabilidad del material.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Reparar los hormigueros con una capa de mortero o con material epóxico.</p>

Fuente: Los Autores



 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 79. Inspección puente vehicular Chía Central

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Centro Chía Central	
<b>Elemento:</b> Losa	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Lixiviación y eflorescencias</b></p> <p>Evidencia de humedad y lixiviación en la parte inferior de la losa.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	<p>Cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Control de las fugas de agua desde la superficie del puente y la reparación de la junta de construcción.</p>

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 80. Inspección puente vehicular Chía Central

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Centro Chía Central	
<b>Elemento:</b> Losa	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Contaminación biológica</b></p> <p>Nacimiento de hierba en las uniones entre elementos.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	<p>Afectación en la durabilidad del puente a largo plazo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Mantenimiento y limpieza para controlar el crecimiento del material biológico.</p>

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 81. Inspección puente vehicular Chía Central

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Centro Chía Central	
<b>Elemento:</b> Pilas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Fisuración</b>  Fisuras superficiales.	Se presentan debido al pandeo de los elementos o incrementos de cargas.
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	<p>No se afecta el comportamiento de la estructura por lo que las fisuras son leves.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Ejecutar labores de mantenimiento rutinario, limpieza en todas las pilas, realizar reparación del concreto en las zonas especificadas e inyectar las fisuras con espesor mayor o igual a 0.30 mm. Por durabilidad del concreto se recomienda evitar la acumulación de basura y excrementos en las columnas.</p>

Fuente: Los Autores


 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 82. Inspección puente vehicular Chía Central

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Centro Chía Central	
<b>Elemento:</b> Juntas de dilatación	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Contaminación biológica</b>	Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de dilatación y exceso humedad en el ambiente.
Nacimiento de hierba en las uniones entre elementos.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	Afectación en la durabilidad del puente a largo plazo.
	<b>Posible Solución:</b>
	Mantenimiento y limpieza para controlar el crecimiento del material biológico.

Fuente: Los Autores


Tabla 83. Inspección puente vehicular Chía Central

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Centro Chía Central	
<b>Elemento:</b> Juntas de dilatación	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Falta de sello de neopreno</b></p> <p>Se evidencia la falta de sellos de neopreno en las juntas de construcción, lo cual deriva en colmatación, infiltración y afectaciones a los ángulos de acero de la junta.</p>	<p>Desgaste y falla en la instalación de los sellos de neopreno o vandalismo.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	<p>Se observa que al paso de los vehículos hay un golpeteo o sobresalto y se presenta daño en el concreto de la junta.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Reemplazar los sellos dañados y realizar limpieza abrasiva, aplicar pintura anticorrosiva en los ángulos de acero, adicionalmente colocar los elementos necesarios para garantizar que los sellos de neopreno no permitan infiltraciones.</p>

Fuente: Los Autores

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--


Tabla 84. Inspección puente vehicular Chía Central

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Centro Chía Central	
<b>Elemento:</b> Barreras	
<b>Patología:</b>	<b>Posible Causas:</b>
<b>Fisuración</b>  Fisuras en el prefabricado tipo New Jersey en el centro del puente, a cada costado.	Se presentan debido al uso de materiales inadecuados, a esfuerzos transferidos no calculados en el diseño del puente o a posible deterioro.
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posible Repercusiones:</b>
	Inseguridad principalmente al peatón y a los conductores por la función de barrera de contención en un accidente.  <b>Posible Solución:</b>  Realizar las reparaciones de concreto en las barreras y realizar labores de mantenimiento rutinario y limpieza.

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 85. Inspección puente vehicular Chía Central

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Centro Chía Central	
<b>Elemento:</b> Apoyos	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Contaminación biológica</b></p> <p>Nacimiento de hierba en las uniones entre elementos.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente y exceso humedad en el ambiente.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	<p>Afectación en la durabilidad del puente a largo plazo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Mantenimiento y limpieza para controlar el crecimiento del material biológico.</p>

Fuente: Los Autores

## 2.6 PUENTE VEHICULAR NUEVO VARIANTE BOGOTÁ

La estructura se encuentra localizada sobre la Vía Zipaquirá – Bogotá en la salida del municipio de Chía, departamento de Cundinamarca.

La estructura salva el cauce del río Bogotá y consiste en un puente de una luz con una longitud total de 40 metros. La superestructura está conformada por cuatro vigas cajón preesforzadas de 1.90 m de alto, simplemente apoyadas. Los estribos son de concreto reforzado. El tablero está formado por una losa de concreto reforzado de 22 m de ancho total con andén en ambos costados de 1.95 m donde se ubican las barandas que son de concreto reforzado en las cuales tiene un pasamanos de acero.

Tabla 86. Geometría puente vehicular Nuevo variante Bogotá

<b>Geometría</b>			
Numero de luces	1	Altura de pilas (m)	-
Longitud luz menor (m)	40	Altura de estribos (m)	4.543
Longitud luz mayor (m)	40	Long. Apoyo en pilas (m)	-
Longitud total (m)	40	Long. Apoyo en estribos (m)	-
Ancho separador (m)	-	Puente en terraplén (S/N)	N
Ancho andén izquierdo (m)	-	Puente en curva o tangente (C/T)	T
Ancho andén derecho (m)	-	Esviaje (Grados)	-
Ancho del tablero (m)	22	Paso superior/inferior(S/I)	-
Ancho de calzada (m)	18	Paso por el cauce (S/N)	S
Área (m <sup>2</sup> )	880	Variante existente(S/N)	N

Fuente: Los Autores

Tabla 87. Inventario puente vehicular Nuevo variante Bogotá


<b>Detalles</b>	
Número de vigas	4
Tipo de baranda	Pasamanos metálicos sobre New Jersey
Tipo superficie de rodadura	Asfalto
Tipo de junta de expansión	Acero con sello fijo de neopreno
Tipo de apoyos	Apoyo de neopreno
Obstáculo que cruza	Río Bogotá

Fuente: Los Autores



 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 88. Inspección puente vehicular Nuevo variante Bogotá

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Nuevo Variante Bogotá	
<b>Elemento:</b> Juntas de dilatación	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Contaminación biológica</b>	Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de dilatación y exceso humedad en el ambiente.
Nacimiento de hierba en las uniones entre elementos.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	Afectación en la durabilidad del puente a largo plazo.
	<b>Posible Solución:</b>
	Mantenimiento y limpieza para controlar el crecimiento del material biológico.

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 89. Inspección puente vehicular Nuevo variante Bogotá

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Nuevo Variante Bogotá	
<b>Elemento:</b> Juntas de dilatación	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Falta de sello de neopreno</b></p> <p>Se evidencia la falta de sellos de neopreno en las juntas de construcción, lo cual deriva en colmatación, infiltración y afectaciones a los ángulos de acero de la junta.</p>	<p>Desgaste y falla en la instalación de los sellos de neopreno o vandalismo.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	<p>Se observa que al paso de los vehículos hay un golpeteo o sobresalto y se presenta daño en el concreto de la junta.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Reemplazar los sellos dañados y realizar limpieza abrasiva, aplicar pintura anticorrosiva en los ángulos de acero, adicionalmente colocar los elementos necesarios para garantizar que los sellos de neopreno no permitan infiltraciones.</p>

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 90. Inspección puente vehicular Nuevo variante Bogotá

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Nuevo Variante Bogotá	
<b>Elemento:</b> Barreras	
<b>Patología:</b>	<b>Posible Causas:</b>
<p><b>Fisuración</b></p> <p>Fisuras en el prefabricado tipo New Jersey en el centro del puente, a cada costado.</p>	<p>Se presentan debido al uso de materiales inadecuados, a esfuerzos transferidos no calculados en el diseño del puente o a posible deterioro.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posible Repercusiones:</b>
	<p>Inseguridad principalmente al peatón y a los conductores por la función de barrera de contención en un accidente.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Realizar las reparaciones de concreto en las barreras y realizar labores de mantenimiento rutinario y limpieza.</p>

Fuente: Los Autores


 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 91. Inspección puente vehicular Nuevo variante Bogotá

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Nuevo Variante Bogotá	
<b>Elemento:</b> Aletas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Contaminación biológica</b></p> <p>Nacimiento de hierba en las uniones entre elementos.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente, exposición del elemento a cielo abierto y exceso humedad en el ambiente.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	<p>Afectación en la durabilidad del puente a largo plazo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Mantenimiento y limpieza para controlar el crecimiento del material biológico.</p>

Fuente: Los Autores


Tabla 92. Inspección puente vehicular Nuevo variante Bogotá

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Nuevo Variante Bogotá	
<b>Elemento:</b> Estribos	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Lixiviación y eflorescencias</b></p> <p>Evidencia de humedad y lixiviación en el apoyo del estribo.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	<p>Cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.</p> <p><b>Posibles Solución:</b></p> <p>Se recomienda realizar mantenimiento rutinario y aplicar una capa de impermeabilizante en la superficie para protección de la estructura.</p> <p>Reparación y sellado de las juntas de construcción.</p>

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 93. Inspección puente vehicular Nuevo variante Bogotá

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Nuevo Variante Bogotá	
<b>Elemento:</b> Estribos	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Fisuración</b></p> <p>Fisuras en medio de las vigas con presencia de humedad, eflorescencias y carbonatación.</p>	<p>Se presentan debido al pandeo de los elementos o incrementos de cargas.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	<p>Las fisuras son de una longitud importante por lo que, de no ser tratadas, podrían implicar problemas en la correcta funcionalidad del puente.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Reparar las fisuras con un material epoxico. A pesar de que son deterioros leves en un futuro pueden generar descascaramiento y pérdida del recubrimiento.</p>

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 94. Inspección puente vehicular Nuevo variante Bogotá

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Nuevo Variante Bogotá	
<b>Elemento:</b> Apoyos	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Lixiviación y eflorescencias</b>	Infiltración del agua desde la superficie del puente y exceso humedad en el ambiente.
Evidencia de humedad y lixiviación.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	Cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.
	<b>Posibles Solución:</b>  Se recomienda realizar mantenimiento rutinario y aplicar una capa de impermeabilizante en la superficie para protección de la estructura.

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 95. Inspección puente vehicular Nuevo variante Bogotá


<b>Puente:</b> Puente Vehicular Nuevo Variante Bogotá	
<b>Elemento:</b> Losa	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Fisuración</b></p> <p>Fisuras en medio de las vigas con presencia de humedad, eflorescencias y carbonatación.</p>	<p>Se presentan debido al pandeo de los elementos o incrementos de cargas.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	<p>Las fisuras son de una longitud importante por lo que, de no ser tratadas, podrían implicar problemas en la correcta funcionalidad del puente.</p>
	<p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Reparar las fisuras con un material epóxico. A pesar de que son deterioros leves en un futuro pueden generar descascamiento y pérdida del recubrimiento.</p>

Fuente: Los Autores



 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 96. Inspección puente vehicular Nuevo variante Bogotá

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Nuevo Variante Bogotá	
<b>Elemento:</b> Losa	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Lixiviación y eflorescencias</b>	Infiltración del agua desde la superficie del puente y exceso humedad en el ambiente.
Evidencia de humedad y lixiviación.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	Cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.
	<b>Posibles Solución:</b>
	Se recomienda realizar mantenimiento rutinario y aplicar una capa de impermeabilizante en la superficie para protección de la estructura.

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 97. Inspección puente vehicular Nuevo variante Bogotá

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Nuevo Variante Bogotá	
<b>Elemento:</b> Vigas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Fisuración</b></p> <p>Fisuras en medio de las vigas con presencia de humedad, eflorescencias y carbonatación.</p>	<p>Se presentan debido al pandeo de los elementos o incrementos de cargas.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	<p>Las fisuras son de una longitud importante por lo que, de no ser tratadas, podrían implicar problemas en la correcta funcionalidad del puente.</p>
	<p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Reparar las fisuras con un material epóxico. A pesar de que son deterioros leves en un futuro pueden generar descascaramiento y pérdida del recubrimiento.</p>

Fuente: Los Autores

## 2.7 PUENTE VEHICULAR TELETÓN CURVO

La estructura se encuentra localizada a la altura de Teletón sobre la Vía Chía – Tocancipá, departamento de Cundinamarca.

La estructura salva la vía principal de la autopista norte y consiste en un puente de seis luces con una longitud total de 170 metros. La superestructura está conformada por una viga cajón de concreto reforzado de 1.40 m de alto. Tanto en los estribos como las cinco pilas intermedias son de concreto reforzado. El tablero está formado por una losa de concreto reforzado de 8.5 m de ancho total, con barandas que son de concreto reforzado tipo New Jersey las cuales son de concreto reforzado.

Tabla 98. Geometría puente vehicular teletón curvo

<b>Geometría</b>			
Numero de luces	5	Altura de pilas (m)	-
Longitud luz menor (m)	25	Altura de estribos (m)	5.01
Longitud luz mayor (m)	45	Long. Apoyo en pilas (m)	-
Longitud total (m)	170	Long. Apoyo en estribos (m)	-
Ancho separador (m)	-	Puente en terraplén (S/N)	S
Ancho andén izquierdo (m)	-	Puente en curva o tangente (C/T)	C
Ancho andén derecho (m)	-	Esviaje (Grados)	-
Ancho del tablero (m)	8.5	Paso superior/inferior(S/I)	S
Ancho de calzada (m)	7.5	Paso por el cauce (S/N)	N
Área (m <sup>2</sup> )	1445	Variante existente(S/N)	S

Fuente: Los Autores


Tabla 99. Detalles puente vehicular teletón curvo

<b>Detalles</b>	
Número de vigas	1
Tipo de baranda	concreto solido tipo new jersey
Tipo superficie de rodadura	Asfalto
Tipo de junta de expansión	Acero con sello fijo de neopreno
Tipo de apoyos	Apoyo de neopreno
Obstáculo que cruza	carretera concesionada

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 100. Inspección puente vehicular teletón curvo

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Teletón Curvo	
<b>Elemento:</b> Juntas de dilatación	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Contaminación biológica</b></p> <p>Nacimiento de hierba en las uniones entre elementos.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de dilatación y exceso humedad en el ambiente.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	<p>Afectación en la durabilidad del puente a largo plazo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Mantenimiento y limpieza para controlar el crecimiento del material biológico.</p>

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

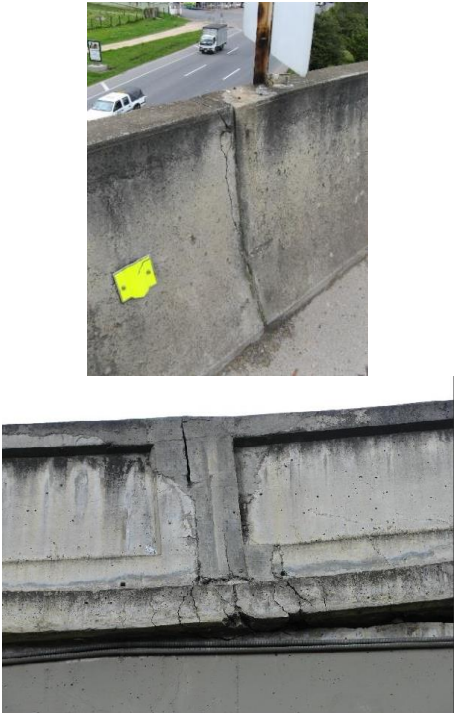
Tabla 101. Inspección puente vehicular teletón curvo

<p><b>Puente:</b> Puente Vehicular Teletón Curvo</p>	
<p><b>Elemento:</b> Juntas de dilatación</p>	
<p><b>Patología:</b></p>	<p><b>Posibles Causas:</b></p>
<p><b>Falta de sello de neopreno</b></p> <p>el sello de neopreno ha cedido o se ha deformado, la junta de dilatación del eje 1 tiene una separación de 7.5 cm a 8.5 cm y la junta de dilatación del eje 7 tiene una separación de 10 cm a 9.5 cm</p>	<p>Desgaste y falla en la instalación de los sellos de neopreno o vandalismo.</p>
<p><b>Registro fotográfico:</b></p>	<p><b>Posibles Repercusiones:</b></p>
	<p>Se observa que al paso de los vehículos hay un golpeteo o sobresalto y se presenta daño en el concreto de la junta, además por la deformación se genera infiltración al tablero y estribos</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Reemplazar los sellos dañados y realizar limpieza abrasiva, aplicar pintura anticorrosiva en los ángulos de acero, adicionalmente colocar los elementos necesarios para garantizar que los sellos de neopreno no permitan infiltraciones.</p>

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--



Tabla 102. Inspección puente vehicular teletón curvo

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Teletón Curvo	
<b>Elemento:</b> Barreras	
<b>Patología:</b>	<b>Posible Causas:</b>
<p><b>Fisuración</b></p> <p>Fisuras verticales en el prefabricado tipo New Jersey a lo largo del puente, a cada costado, captafaros rotos, dañados y faltantes.</p>	<p>Se presentan debido al uso de materiales inadecuados, a esfuerzos transferidos no calculados en el diseño del puente o a posible deterioro.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posible Repercusiones:</b>
	<p>Inseguridad principalmente al peatón y a los conductores por la función de barrera de contención en un posible accidente.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Realizar las reparaciones de concreto en las barreras y realizar labores de mantenimiento rutinario y limpieza.</p>

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 103. Inspección puente vehicular teletón curvo

<p><b>Puente:</b> Puente Vehicular Teletón Curvo</p>	
<p><b>Elemento:</b> Aletas y muros de acompañamiento</p>	
<p><b>Patología:</b></p>	<p><b>Posibles Causas:</b></p>
<p><b>Contaminación biológica</b></p> <p>Nacimiento de hierba y moho en las uniones entre elementos y entre las fisuras.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente, exposición del elemento a cielo abierto y exceso humedad en el ambiente.</p>
<p><b>Registro fotográfico:</b></p>	<p><b>Posibles Repercusiones:</b></p>
 	<p>Afectación en la durabilidad del puente a largo plazo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Mantenimiento y limpieza para controlar el crecimiento del material biológico.</p>

Fuente: Los Autores

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--

Tabla 104. Inspección puente vehicular teletón curvo



<b>Puente:</b> Puente Vehicular Teletón Curvo	
<b>Elemento:</b> Aletas y muros de acompañamiento	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Asentamiento</b>	Probablemente por deficiencia en los estudios geotécnicos y la evaluación incorrecta en el comportamiento del suelo. Además, las cargas aplicadas a lo largo del tiempo generan asentamientos.
Asentamiento diferencial con desconche.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	Inestabilidad estructural y afectación de los elementos estructurales por movimientos para los que no fueron diseñados, como fisuración o aplastamiento.
	<b>Posible Solución:</b>  Control de asentamientos y un estudio para analizar si es conveniente intervenir la estructura con gatos hidráulicos para levantarla o si no es justificada una intervención tan costosa para esta afectación.

Fuente: Los Autores



 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 105. Inspección puente vehicular teletón curvo

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Teletón Curvo	
<b>Elemento:</b> Estribos	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Lixiviación y eflorescencias</b>	Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente.
Evidencia de humedad y lixiviación en el apoyo del estribo.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	Cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.
	<b>Posibles Solución:</b>  Se recomienda realizar mantenimiento rutinario y aplicar una capa de impermeabilizante en la superficie para protección de la estructura.  Reparación y sellado de las juntas de construcción.

Fuente: Los Autores


 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 106. Inspección puente vehicular teletón curvo

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Teletón Curvo	
<b>Elemento:</b> Estribos	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Fisuración</b></p> <p>Fisuras junto a las vigas con presencia de humedad, eflorescencias y carbonatación.</p>	<p>Se presentan debido al pandeo de los elementos o incrementos de cargas.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	<p>Las fisuras son de una longitud importante por lo que, de no ser tratadas, podrían implicar problemas en la correcta funcionalidad del puente.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Reparar las fisuras con un material epoxico. A pesar de que son deterioros leves en un futuro pueden generar descascaramiento y pérdida del recubrimiento.</p>


Fuente: Los Autores

Tabla 107. Inspección puente vehicular teletón curvo

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Teletón Curvo	
<b>Elemento:</b> Pilas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Fisuración</b></p> <p>Fisuración por aplastamiento.</p>	<p>Se presentan debido a un exceso de carga axial.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Podría generar un daño estructural y una reducción de la durabilidad además de infiltraciones de agua que puede llevar a una patología más grave como el descascaramiento del concreto y la corrosión del acero de refuerzo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.</p>


Fuente: Los Autores

Tabla 108. Inspección puente vehicular teletón curvo

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Teletón Curvo	
<b>Elemento:</b> Losa	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Fisuración</b></p> <p>Fisuras en medio de las vigas con presencia de humedad, eflorescencias y carbonatación.</p>	<p>Se presentan debido al pandeo de los elementos o incrementos de cargas.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	<p>Las fisuras son de una longitud importante por lo que, de no ser tratadas, podrían implicar problemas en la correcta funcionalidad del puente.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Reparar las fisuras con un material epóxico. A pesar de que son deterioros leves en un futuro pueden generar descascaramiento y pérdida del recubrimiento.</p>

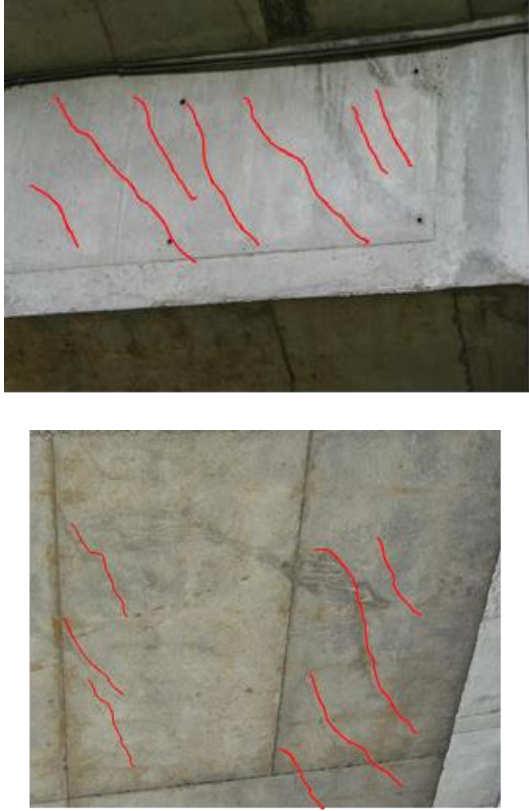
Fuente: Los Autores

Tabla 109. Inspección puente vehicular teletón curvo

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Teletón Curvo	
<b>Elemento:</b> Losa	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Lixiviación y eflorescencias</b>	Infiltración del agua desde la superficie del puente y exceso humedad en el ambiente.
Evidencia de humedad y lixiviación.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	Cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.
	<b>Posibles Solución:</b>  Se recomienda realizar mantenimiento rutinario y aplicar una capa de impermeabilizante en la superficie para protección de la estructura.

Fuente: Los Autores

Tabla 110. Inspección puente vehicular teletón curvo

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Teletón Curvo	
<b>Elemento:</b> Vigas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Fisuración</b></p> <p>Fisuras en medio de las vigas con presencia de humedad, eflorescencias y carbonatación.</p>	<p>Se presentan debido al pandeo de los elementos o incrementos de cargas.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	<p>Las fisuras son de una longitud importante por lo que, de no ser tratadas, podrían implicar problemas en la correcta funcionalidad del puente.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Reparar las fisuras con un material epóxico. A pesar de que son deterioros leves en un futuro pueden generar descascaramiento y pérdida del recubrimiento.</p>

Fuente: Los Autores

## 2.8 PUENTE VEHICULAR RANCHO JR

La estructura se encuentra localizada sobre la Vía Bogotá – Zipaquirá, en la salida del municipio de Chía y en la entrada al municipio de Cajicá, departamento de Cundinamarca.

La estructura salva la vía principal de la variante y consiste en un puente de tres luces con una longitud total de 105 metros. La superestructura está conformada por una viga cajón de concreto reforzado de aproximadamente 1.50 m de alto. Tanto en los estribos como las dos pilas intermedias son de concreto reforzado. El tablero está formado por una losa de concreto reforzado de 8.8 m de ancho total y cuenta con una baranda tipo New jersey de cada lado de concreto reforzado.

Tabla 111. Geometría puente vehicular Rancho JR

<b>Geometría</b>			
Numero de luces	3	Altura de pilas (m)	-
Longitud luz menor (m)	35	Altura de estribos (m)	6.00
Longitud luz mayor (m)	35	Long. Apoyo en pilas (m)	-
Longitud total (m)	105	Long. Apoyo en estribos (m)	-
Ancho separador (m)	-	Puente en terraplén (S/N)	S
Ancho andén izquierdo (m)	-	Puente en curva o tangente (C/T)	T
Ancho andén derecho (m)	-	Esviaje (Grados)	-
Ancho del tablero (m)	8.8	Paso superior/inferior(S/I)	S
Ancho de calzada (m)	8	Paso por el cauce (S/N)	N
Área (m <sup>2</sup> )	924	Variante existente(S/N)	S



Fuente: Los Autores

Tabla 112. Inventario puente vehicular Rancho JR

<b>Detalles</b>	
Número de vigas:	1
Tipo de baranda:	concreto solido tipo new jersey
Tipo superficie de rodadura:	Asfalto
Tipo de junta de expansión:	bloque de neopreno
Tipo de apoyos:	Apoyo de neopreno
Obstáculo que cruza:	carretera concesionada

Fuente: Los Autores

Tabla 113. Inspección puente vehicular Rancho JR


<b>Puente:</b> Puente Vehicular Rancho JR	
<b>Elemento:</b> Estribos	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Lixiviación y eflorescencias</b>	Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente.
Evidencia de humedad y lixiviación en el apoyo del estribo.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	Cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.
	<b>Posibles Solución:</b>  Se recomienda realizar mantenimiento rutinario y aplicar una capa de impermeabilizante en la superficie para protección de la estructura.  Reparación y sellado de las juntas de construcción.

Fuente: Los Autores



 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--



Tabla 114. Inspección puente vehicular Rancho JR

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Rancho JR	
<b>Elemento:</b> Estribos	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Contaminación biológica</b>	Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente.
Nacimiento de hierba en las uniones entre las vigas y el estribo.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	Afectación en la durabilidad del puente a largo plazo.
Reparación y sellado de las juntas de construcción, mantenimiento y limpieza para controlar el crecimiento del material biológico. Por durabilidad se recomienda evitar exponer el concreto a altas temperaturas como las generadas por fogatas.	

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--



Tabla 115. Inspección puente vehicular Rancho JR

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Rancho JR	
<b>Elemento:</b> Aletas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Contaminación biológica</b></p> <p>Nacimiento de hierba en las uniones entre aletas y muros de acompañamiento.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente, exposición del elemento a cielo abierto y exceso de humedad en el ambiente.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
 	<p>Afectación en la durabilidad del puente a largo plazo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Mantenimiento y limpieza para controlar el crecimiento del material biológico.</p>

Fuente: Los Autores


 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--

Tabla 116. Inspección puente vehicular Rancho JR

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Rancho JR	
<b>Elemento:</b> Vigas y riostras	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Fisuración</b>  Fisuras a cortante en ambas almas de la viga cajón, fisuras transversales en losa inferior.	Se presentan debido al pandeo de los elementos o incrementos de cargas.
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
 	No se afecta el comportamiento de la estructura por lo que las fisuras son leves.  <b>Posible Solución:</b>  Reparar las fisuras con un material epóxico. A pesar de que son deterioros leves en un futuro pueden generar descascaramiento y pérdida del recubrimiento.


Fuente: Los Autores

Tabla 117. Inspección puente vehicular Rancho JR

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Rancho JR	
<b>Elemento:</b> Vigas y riostras	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Hormigqueo</b></p> <p>Exposición del agregado grueso y vacíos irregulares en la superficie de concreto, coincide con la marcación de la parrilla de refuerzo.</p>	<p>Escasez de mortero en la mezcla lo cual disminuye la manejabilidad del concreto y la probabilidad de que los agregados queden cubiertos con la pasta, fraguados tempranos o una inadecuada compactación que ayude al mortero a cubrir los agregados, así como las juntas de la formaleta</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	<p>Fisuras, porosidad del concreto y disminución de la resistencia y durabilidad del material.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Reparar los hormigueros con una capa de mortero o con material epóxico.</p>


Fuente: Los Autores

Tabla 118. Inspección puente vehicular Rancho JR

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Rancho JR	
<b>Elemento:</b> Losa	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Fisuración</b></p> <p>Fisuras transversales superficiales.</p>	<p>Se presentan debido al pandeo de los elementos o incrementos de cargas.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	<p>No se afecta el comportamiento de la estructura por lo que las fisuras son leves.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Ejecutar labores de mantenimiento rutinario, limpieza en todas las pilas, realizar reparación del concreto en las zonas especificadas e inyectar las fisuras con espesor mayor o igual a 0.30 mm. Por durabilidad del concreto se recomienda evitar la acumulación de basura y excrementos en las columnas.</p>


Fuente: Los Autores

Tabla 119. Inspección puente vehicular Rancho JR

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Rancho JR	
<b>Elemento:</b> Pilas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Fisuración</b></p> <p>Fisuras superficiales.</p>	<p>Se presentan debido a un curado deficiente.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	<p>No se afecta el comportamiento de la estructura por lo que las fisuras son muy leves.</p>
	<p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Ejecutar labores de mantenimiento rutinario, limpieza en todas las pilas, realizar reparación del concreto en las zonas especificadas e inyectar las fisuras con espesor mayor o igual a 0.30 mm. Por durabilidad del concreto se recomienda evitar la acumulación de basura y excrementos en las columnas.</p>

Fuente: Los Autores


Tabla 120. Inspección puente vehicular Rancho JR

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Rancho JR	
<b>Elemento:</b> Juntas de dilatación	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Contaminación biológica y colmatación</b></p> <p>Nacimiento de hierba en las uniones entre elementos debido a la colmatación de tierra sobre la junta de dilatación en ambos costados del puente.</p>	<p>Un mal drenaje en la superficie del puente genera la acumulación de tierra sobre las juntas de dilatación.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	<p>Afectación en la durabilidad del puente a largo plazo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Mantenimiento y limpieza para controlar la acumulación de material.</p>

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 121. Inspección puente vehicular Rancho JR


<b>Puente:</b> Puente Vehicular Rancho JR	
<b>Elemento:</b> Barreras	
<b>Patología:</b>	<b>Posible Causas:</b>
<p><b>Fisuración</b></p> <p>Fisuras en el prefabricado tipo New Jersey a cada costado.</p>	<p>Se presentan debido al uso de materiales inadecuados, a esfuerzos transferidos no calculados en el diseño del puente o a posible deterioro.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posible Repercusiones:</b>
	<p>Inseguridad principalmente al peatón y a los conductores por la función de barrera de contención en un accidente.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Realizar las reparaciones de concreto en las barreras y realizar labores de mantenimiento rutinario y limpieza.</p>

Fuente: Los Autores



 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 122. Inspección puente vehicular Rancho JR

<b>Puente:</b> Puente Vehicular Rancho JR	
<b>Elemento:</b> Apoyos	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Contaminación biológica</b></p> <p>Nacimiento de hierba en las uniones entre elementos.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente y exceso humedad en el ambiente.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Posibles Repercusiones:</b>
	<p>Afectación en la durabilidad del puente y sus neoprenos a largo plazo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Mantenimiento y limpieza para controlar el crecimiento del material biológico.</p>

Fuente: Los Autores

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--

## 2.9 PUENTE VEHICULAR LA CARO NUEVO

La estructura salva la vía principal hacia el municipio de Chía y consiste en un puente de ocho luces con una longitud total de 308 metros. La superestructura está conformada por dos vigas cajón, de concreto reforzado con altura variable. Tanto los estribos como las siete pilas intermedias son de concreto reforzado. El tablero está formado por una losa de concreto reforzado de 12 m de ancho total, con barandas tipo New Jersey que son de concreto reforzado.

Tabla 123. Geometría puente vehicular La Caro Nuevo

<b>Geometría</b>			
Numero de luces	8	Altura de pilas (m)	-
Longitud luz menor (m)	33.9	Altura de estribos (m)	4.188
Longitud luz mayor (m)	40	Long. Apoyo en pilas (m)	-
Longitud total (m)	308	Long. Apoyo en estribos (m)	-
Ancho separador (m)	-	Puente en terraplén (S/N)	S
Ancho andén izquierdo (m)	-	Puente en curva o tangente (C/T)	C
Ancho andén derecho (m)	-	Esviaje (Grados)	-
Ancho del tablero (m)	12	Paso superior/inferior(S/I)	S
Ancho de calzada (m)	11.3	Paso por el cauce (S/N)	N
Área (m <sup>2</sup> )	3696	Variante existente(S/N)	S

Fuente: Los Autores


Tabla 124. Inventario puente vehicular La Caro Nuevo

<b>Detalles</b>	
Número de vigas	2
Tipo de baranda	concreto solido tipo new jersey
Tipo superficie de rodadura	Asfalto
Tipo de junta de expansión	Acero con sello fijo de neopreno
Tipo de apoyos	Apoyo de neopreno
Obstáculo que cruza	carretera concesionada

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 125. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Nuevo	
<b>Elemento:</b> Estribos	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Lixiviación y eflorescencias</b></p> <p>Evidencia de humedad y lixiviación en el apoyo del estribo.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Reparación y sellado de las juntas de construcción.</p>

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 126. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Nuevo	
<b>Elemento:</b> Estribos	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Lixiviación y eflorescencias</b></p> <p>Evidencia de humedad y lixiviación en el apoyo del estribo.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.</p>
	<p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Reparación y sellado de las juntas de construcción.</p>

Fuente: Los Autores


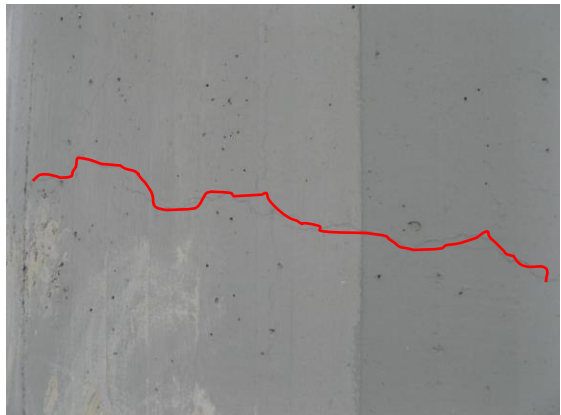
Tabla 127. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Nuevo
<b>Elemento:</b> Pilas

<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Hormigueo del concreto</b></p> <p>Perdida de recubrimiento del concreto, porosidad y disminución de la durabilidad del elemento.</p>	<p>Malos procesos constructivos son la principal causa de esta patología, donde una mala vibración del concreto genera la porosidad y las irregularidades otras causas pueden ser una gran altura al verter el concreto y la composición incorrecta de los agregados pétreos.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Disminución de la resistencia, durabilidad del concreto, fisuración y afectación en el acabado de un elemento estructural.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.</p>


Fuente: Los Autores

Tabla 128. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Nuevo	
<b>Elemento:</b> Pilas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Fisuración</b>	Se presentan debido a un exceso de carga axial.
Fisura horizontal por aplastamiento.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	Podría generar un daño estructural y una reducción de la durabilidad además de otras patologías como el descascaramiento del concreto y la corrosión del acero de refuerzo.
	<b>Posible Solución:</b>  Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.

Fuente: Los Autores

Tabla 129. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Nuevo	
<b>Elemento:</b> Pilas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Fisuración</b></p> <p>Fisura horizontal por aplastamiento.</p>	<p>Se presentan debido a un exceso de carga axial.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Podría generar un daño estructural y una reducción de la durabilidad además de otras patologías como el Descascaramiento del concreto y la corrosión del acero de refuerzo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.</p>

Fuente: Los Autores


Tabla 130. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Nuevo	
<b>Elemento:</b> Pilas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Fisuración</b>  Fisura horizontal por aplastamiento.	Se presentan debido a un exceso de carga axial.
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
 	<p>Podría generar un daño estructural y una reducción de la durabilidad además de otras patologías como el Descascaramiento del concreto y la corrosión del acero de refuerzo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.</p>

Fuente: Los Autores




Tabla 131. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Nuevo	
<b>Elemento:</b> Aletas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Contaminación biológica</b>	Falta de mantenimiento y limpieza, exposición del elemento a cielo abierto y exceso humedad en el ambiente.
Nacimiento de hierba en los costados de las aletas	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	Afectación en la durabilidad del puente por absorción del calcio en el concreto a través de la materia orgánica esto puede suceder a largo plazo.
	<b>Posible Solución:</b>  Mantenimiento y limpieza para controlar el crecimiento del material biológico.

Fuente: Los Autores


 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--

Tabla 132. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Nuevo	
<b>Elemento:</b> Vigas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Descascaramiento</b>  Delaminación del concreto eliminando el recubrimiento. Esta patología fue reparada con anterioridad.	Aparentemente la estructura sufrió un daño externo que generó la delaminación del concreto y la posible exposición del acero de refuerzo a mediano plazo.
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	Se puede afectar el comportamiento estructural del elemento generando pérdida de adherencia entre el acero y el concreto y delaminación del concreto además de una pérdida de las propiedades mecánicas del acero.
	<b>Posible Solución:</b>  Se debe remover el material deteriorado, para luego proceder a colocar un mortero de reparación con los recubrimientos adecuados.

Fuente: Los Autores


Tabla 133. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Nuevo	
<b>Elemento:</b> Vigas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Descascaramiento</b>	<p>Aparentemente la estructura sufrió un daño externo que generó la delaminación del concreto y la posible exposición del acero de refuerzo a mediano plazo.</p>
<p>Delaminación del concreto eliminando el recubrimiento y exponiendo el acero de refuerzo.</p>	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Se puede afectar el comportamiento estructural del elemento generando pérdida de adherencia entre el acero y el concreto y delaminación del concreto además de una pérdida de las propiedades mecánicas del acero.</p>
	<b>Posible Solución:</b>
	<p>Se debe remover el material deteriorado, para luego proceder a colocar un mortero de reparación con los recubrimientos adecuados.</p>

Fuente: Los Autores


 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 134. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo

<p><b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Nuevo</p>	
<p><b>Elemento:</b> Vigas</p>	
<p><b>Patología:</b></p>	<p><b>Posibles Causas:</b></p>
<p><b>Corrosión</b></p> <p>Falta de recubrimiento en las vigas por lo que se ve expuesto el acero de refuerzo y se genera corrosión.</p>	<p>Malos procesos constructivos son la principal causa de esta patología, donde no se conservan los recubrimientos mínimos que exige la norma CCP-14.</p>
<p><b>Registro fotográfico:</b></p>	<p><b>Repercusiones:</b></p>
	<p>Se puede afectar el comportamiento estructural del elemento generando pérdida de adherencia entre el acero y el concreto y delaminación del concreto además de una pérdida de las propiedades mecánicas del acero.</p>
	<p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Se debe remover el material deteriorado del acero de refuerzo, para luego proceder a colocar un acero nuevo con las consideraciones de traslapes correctas para luego colocar un mortero de reparación con los recubrimientos adecuados.</p>


Fuente: Los Autores

Tabla 135. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Nuevo	
<b>Elemento:</b> Vigas en ménsula	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Corrosión</b></p> <p>Malos procesos constructivos en las vigas hacen que se vea expuesto el acero de refuerzo y se genera corrosión.</p>	<p>Malos procesos constructivos son la principal causa de esta patología, donde no se conservan los recubrimientos mínimos que exige la norma CCP-14.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Se puede afectar el comportamiento estructural del elemento generando pérdida de adherencia entre el acero y el concreto y delaminación del concreto además de una pérdida de las propiedades mecánicas del acero.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Se debe remover el material deteriorado del acero de refuerzo, para luego proceder a colocar un acero nuevo con las consideraciones de traslapes correctas para luego colocar un mortero de reparación con los recubrimientos adecuados.</p>


Fuente: Los Autores

Tabla 136. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Nuevo	
<b>Elemento:</b> Vigas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Fisuración</b></p> <p>Fisuración por retracción y fraguado a lo largo de la viga.</p>	<p>Se produce una reacción exotérmica que produce una evaporación del agua generando una pérdida de volumen donde el concreto se contrae y se genera la fisura.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Por las dimensiones de la fisura no se considera un daño estructural o una reducción de la durabilidad. Pero si se pueden generar infiltraciones de agua que puede llevar a una patología más grave como la corrosión del acero de refuerzo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.</p>

Fuente: Los Autores


Tabla 137. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Nuevo	
<b>Elemento:</b> Vigas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Contaminación por humo</b>	Se presentan debido al paso periódico del tren por debajo del puente.
Contaminación de humo negro.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	Podría generar otras patologías como lixiviaciones.
	<b>Posible Solución:</b>
	Hacer una limpieza y mantenimiento rutinario en vigas.

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 138. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Nuevo	
<b>Elemento:</b> Losa	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Fisuración</b></p> <p>Fisuración de la losa entre las vigas.</p>	<p>Se presenta por flexión donde hay concentración de tensiones en la losa.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Podría generar un daño estructural, una reducción de la durabilidad o un descascaramiento que podría llevar a la corrosión del acero de refuerzo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.</p>

Fuente: Los Autores




Tabla 139. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Nuevo	
<b>Elemento:</b> Losa	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Fisuración</b></p> <p>Fisuración de la losa entre las vigas.</p>	<p>Se presenta por flexión donde hay concentración de tensiones en la losa.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Podría generar un daño estructural, una reducción de la durabilidad o un descascaramiento que podría llevar a la corrosión del acero de refuerzo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.</p>

Fuente: Los Autores


Tabla 140. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Nuevo	
<b>Elemento:</b> Losa	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Contaminación por humo</b>	Se presentan debido al paso periódico del tren por debajo del puente.
Contaminación de humo negro.	
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	Podría generar otras patologías como lixiviaciones.
	<b>Posible Solución:</b>  Hacer una limpieza y mantenimiento rutinario en vigas.

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 141. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo

<p><b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Nuevo</p>	
<p>Elemento: Losa</p>	
<p><b>Patología:</b></p>	<p><b>Posibles Causas:</b></p>
<p><b>Fisuración</b></p>	<p>Se presentan debido a los esfuerzos cortantes. En los extremos de las luces donde el cortante es mayor presentando fisuras oblicuas transversales a la dirección del acero principal.</p>
<p>Fisuración por cortante</p>	
<p><b>Registro fotográfico:</b></p>	<p><b>Repercusiones:</b></p>
	<p>Podría generar un daño estructural, una reducción de la durabilidad, la falla del elemento a largo plazo o un Descascaramiento que podría llevar a la corrosión del acero de refuerzo.</p>
	<p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.</p>

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 142. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo

<p><b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Nuevo</p>	
<p><b>Elemento:</b> Junta de construcción</p>	
<p><b>Patología:</b></p>	<p><b>Posibles Causas:</b></p>
<p><b>Contaminación biológica</b></p> <p>Se encuentra colmatación de tierra y material orgánico.</p>	<p>Falta de mantenimiento de la junta y desgaste del neopreno.</p>
<p><b>Registro fotográfico:</b></p>	<p><b>Repercusiones:</b></p>
	<p>Permite infiltración hacia los elementos inferiores del puente y pérdida de las propiedades del neopreno.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Restaurar los ángulos de acero, hacer una limpieza de los materiales colmatados y reemplazar la junta.</p>


Fuente: Los Autores

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--

Tabla 143. Inspección puente vehicular La Caro Nuevo

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Nuevo	
<b>Elemento:</b> Barreras	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Corrosión</b>  Delaminación del concreto eliminando el recubrimiento y exponiendo el acero de refuerzo.	Aparentemente la estructura sufrió un daño externo que genero la delaminación del concreto y la exposición del acero de refuerzo.
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	Se puede afectar el comportamiento estructural del elemento generando perdida de adherencia entre al acero y el concreto y delaminación del concreto además de una perdida de las propiedades mecánicas del acero.
	<b>Posible Solución:</b>
	Se debe remover el material deteriorado del acero de refuerzo, para luego proceder a colocar un mortero de reparación con los recubrimientos adecuados.

Fuente: Los Autores

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--

## 2.10 PUENTE VEHICULAR LA CARO ANTIGUO CON AMPLIACIÓN

La estructura consiste en un puente con una ampliación hacia el costado occidental. La parte antigua cuenta con 10 luces con una longitud total de 310.52 metros. La superestructura está conformada por 5 vigas I de concreto pre esforzado con altura de 1.50 m simplemente apoyadas los estribos son de concreto reforzado al igual que las nueve pilas, el tablero está formado por una losa de concreto reforzado de 9.8 metros de ancho tiene un andén de 1 metro de ancho donde se observa 1 baranda metálica.

La ampliación tiene 10 luces 2 tipos de vigas las primeras son vigas I de concreto pre esforzado de 1.60 m de altura, y el último tramo es una viga cajón de concreto pre esforzado de 1.60 m de alto, simplemente apoyadas. Con una longitud de 310 m Los estribos son de concreto reforzado. El tablero está formado por una losa de concreto reforzado de 5.65 m de ancho total, tiene un andén de 1 metro de ancho y una baranda metálica.

Tabla 144. Geometría puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación


Geometría			
Numero de luces	10	Altura de pilas (m)	-
Longitud luz menor (m)	29.58	Altura de estribos (m)	-
Longitud luz mayor (m)	31.3	Long. Apoyo en pilas (m)	-
Longitud total (m)	310	Long. Apoyo en estribos (m)	-
Ancho separador (m)	-	Puente en terraplén (S/N)	S
Ancho anden izquierdo (m)	-	Puente en curva o tangente (C/T)	C
Ancho anden derecho (m)	-	Esviaje (Grados)	-
Ancho del tablero (m)	9.8	Paso superior/inferior(S/I)	S
Ancho de calzada (m)	8.3	Paso por el cauce (S/N)	N
Área (m2)	3043	Variante existente(S/N)	S

Fuente: Los Autores

Tabla 145. Inventario puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación

Detalles	
Número de vigas	5
Tipo de baranda	Baranda Metálica
Tipo superficie de rodadura	Asfalto
Tipo de junta de expansión	Acero con sello fijo de neopreno
Tipo de apoyos	Apoyo de neopreno
Obstáculo que cruza	Carretera concesionada

Fuente: Los Autores

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--

## Ampliación

Tabla 146. Geometría puente vehicular La Caro Antigo Con Ampliación

<b>Geometría</b>			
Numero de luces	10	Altura de pilas (m)	-
Longitud luz menor (m)	29.58	Altura de estribos (m)	-
Longitud luz mayor (m)	35.98	Long. Apoyo en pilas (m)	-
Longitud total (m)	310.52	Long. Apoyo en estribos (m)	-
Ancho separador (m)	-	Puente en terraplén (S/N)	S
Ancho anden izquierdo (m)	-	Puente en curva o tangente (C/T)	C
Ancho anden derecho (m)	-	Esviaje (Grados)	-
Ancho del tablero (m)	5.65	Paso superior/inferior(S/I)	S
Ancho de calzada (m)	4.65	Paso por el cauce (S/N)	N
Área (m2)	1754	Variante existente(S/N)	S

Fuente: Los Autores


Tabla 147. Inventario puente vehicular La Caro Antigo Con Ampliación

<b>Detalles</b>	
Número de vigas	1 / 2
Tipo de baranda	Baranda Metálica
Tipo superficie de rodadura	Asfalto
Tipo de junta de expansión	Acero con sello fijo de neopreno
Tipo de apoyos	Apoyo de neopreno
Obstáculo que cruza	Carretera concesionada

Fuente: Los Autores

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--

Tabla 148. Inspección puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación


<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación	
<b>Elemento:</b> Estribos	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Lixiviación y eflorescencias</b>  Evidencia de humedad y lixiviación en la parte frontal del apoyo.	Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente.
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	Cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.
	<b>Posible Solución:</b>  Reparación y sellado de las juntas de construcción.

Fuente: Los Autores



 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 149. Inspección puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación

<p><b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación</p>	
<p><b>Elemento:</b> Estribos</p>	
<p><b>Patología:</b></p>	<p><b>Posibles Causas:</b></p>
<p><b>Corrosión</b></p> <p>Humedad excesiva en los topes sísmicos de platinas de 0.015m en los laterales de los estribos</p>	<p>Malos procesos constructivos son la principal causa de esta patología, donde se filtra agua desde la superficie de los puentes y no se realizan mantenimientos periódicos.</p>
<p><b>Registro fotográfico:</b></p>	<p><b>Repercusiones:</b></p>
	<p>Se puede afectar el comportamiento estructural del elemento generando pérdida de las propiedades mecánicas del acero.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Se debe remover el material deteriorado del acero, para luego proceder a colocar un acero nuevo con las consideraciones de instalación adecuadas.</p>

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 150. Inspección puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación

<p><b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación</p>	
<p><b>Elemento:</b> Estribos</p>	
<p><b>Patología:</b></p>	<p><b>Posibles Causas:</b></p>
<p><b>Lixiviación y eflorescencias</b></p> <p>Evidencia de humedad y lixiviación en el apoyo del estribo.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por las juntas de construcción y exceso humedad en el ambiente.</p>
<p><b>Registro fotográfico:</b></p>	<p><b>Repercusiones:</b></p>
	<p>Cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento, reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo y desgaste de los neoprenos.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Reparación y sellado de las juntas de construcción.</p>

Fuente: Los Autores


 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 151. Inspección puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación	
<b>Elemento:</b> Pilas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Fisuración</b></p> <p>Fisuración del elemento horizontal de las pilas tipo viga.</p>	<p>Se presenta por flexión donde hay concentración de tensiones en el elemento horizontal tipo viga.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Podría generar un daño estructural, una reducción de la durabilidad o un descascamiento que podría llevar a la corrosión del acero de refuerzo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.</p>


Fuente: Los Autores

Tabla 152. Inspección puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación	
<b>Elemento:</b> Pilas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Descascaramiento</b></p> <p>Daños en el concreto de la base de las pilas generados por descascaramiento.</p>	<p>Se presentan debido a la posible humedad del concreto en la base de las pilas lo que pudo generar delaminación de concreto o de un daño u golpe.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Podría afectar la durabilidad de la estructura y por procesos de delaminación del material dejar expuestos el acero de refuerzo lo que llevaría a la corrosión del mismo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico para recuperar el recubrimiento perdido.</p>


Fuente: Los Autores

Tabla 153. Inspección puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación	
<b>Elemento:</b> Pilas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Lixiviación y eflorescencias</b></p> <p>Evidencia de humedad y lixiviación en la cabeza de la pila.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por los drenajes del puente y exceso humedad en el ambiente.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Mantenimiento de las pilas y los drenajes en la superficie del puente.</p>


Fuente: Los Autores

Tabla 154. Inspección puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación	
<b>Elemento:</b> Pilas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Humedad</b></p> <p>Evidencia de exceso de humedad desde la superficie del puente hacia la pila.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por los drenajes, zonas laterales del puente y exceso humedad.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Esta humedad puede llevar a otras patologías como lixiviación o carbonatación que pueden afectar con el cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Reparación y sellado de las juntas de construcción.</p>

Fuente: Los Autores



Tabla 155. Inspección puente vehicular La Caro Antigo Con Ampliación

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Antigo Con Ampliación	
<b>Elemento:</b> Vigas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Humedad</b></p> <p>Evidencia de exceso de humedad desde la superficie por los drenajes hacia las vigas.</p>	<p>Infiltración del agua desde la superficie del puente, infiltración por los drenajes, zonas laterales del puente y exceso humedad en el ambiente.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Esta humedad puede llevar a otras patologías como lixiviación o carbonatación que pueden afectar con el cambio en las propiedades iniciales del concreto disolviendo los componentes cálcicos, alterando la relación agua cemento y reduciendo la resistencia del concreto. Estos efectos se ven reflejados a largo plazo.</p>
	<b>Posible Solución:</b>
	<p>Reparación y sellado de las juntas de construcción.</p>

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 156. Inspección puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación	
<b>Elemento:</b> Vigas	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Segregación del concreto</b></p> <p>Perdida de recubrimiento del concreto, porosidad y disminución de la durabilidad del elemento.</p>	<p>Malos procesos constructivos son la principal causa de esta patología, donde una mala vibración del concreto genera la porosidad y las irregularidades otras causas pueden ser una gran altura al verter el concreto y la composición incorrecta de los agregados pétreos.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
 	<p>Disminución de la resistencia, durabilidad del concreto, fisuración y afectación en el acabado de un elemento estructural.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.</p>

Fuente: Los Autores




Tabla 157. Inspección puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación	
<b>Elemento:</b> Losa	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Fisuración</b></p> <p>Fisuración de la losa en el voladizo del puente.</p>	<p>Se presenta por flexión donde hay concentración de tensiones en la losa.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Podría generar un daño estructural, una reducción de la durabilidad o un descascaramiento que podría llevar a la corrosión del acero de refuerzo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.</p>

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 158. Inspección puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación	
<b>Elemento:</b> Losa	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Fisuración</b></p> <p>Fisuración de la losa entre las vigas del puente por flexión.</p>	<p>Se presenta por flexión donde hay concentración de tensiones en la losa.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Podría generar un daño estructural, una reducción de la durabilidad o un descascaramiento que podría llevar a la corrosión del acero de refuerzo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.</p>

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--


Tabla 159. Inspección puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación

<p><b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación</p>	
<p><b>Elemento:</b> Losa</p>	
<p><b>Patología:</b></p>	<p><b>Posibles Causas:</b></p>
<p><b>Fisuración</b></p> <p>Fisuración por retracción y fraguado a lo largo de la viga.</p>	<p>Se produce una reacción exotérmica que produce una evaporación del agua generando una pérdida de volumen donde el concreto se contrae y se genera la fisura.</p>
<p><b>Registro fotográfico:</b></p>	<p><b>Repercusiones:</b></p>
	<p>Por las dimensiones de la fisura no se considera un daño estructural o una reducción de la durabilidad. Pero si se pueden generar infiltraciones de agua que puede llevar a una patología más grave como la corrosión del acero de refuerzo.</p>
	<p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.</p>

Fuente: Los Autores

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--


Tabla 160. Inspección puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación	
<b>Elemento:</b> Losa	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Corrosión</b>  Delaminación del concreto eliminando el recubrimiento y exponiendo el acero de refuerzo.	Aparentemente la estructura sufrió un daño que genero la delaminación del concreto y la exposición del acero de refuerzo.
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	Se puede afectar el comportamiento estructural del elemento generando perdida de adherencia entre al acero y el concreto y delaminación del concreto además de una perdida de las propiedades mecánicas del acero.
	<b>Posible Solución:</b>  Se debe remover el material deteriorado del acero de refuerzo, para luego proceder a colocar un mortero de reparación con los recubrimientos adecuados.

Fuente: Los Autores

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--


Tabla 161. Inspección puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación	
<b>Elemento:</b> Losa	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Corrosión</b>  Delaminación del concreto eliminando el recubrimiento y exponiendo el acero de refuerzo.	Aparentemente la estructura sufrió un daño que género la delaminación del concreto y la exposición del acero de refuerzo.
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	Se puede afectar el comportamiento estructural del elemento generando perdida de adherencia entre al acero y el concreto y delaminación del concreto además de una perdida de las propiedades mecánicas del acero.
	<b>Posible Solución:</b>  Se debe remover el material deteriorado del acero de refuerzo, para luego proceder a colocar un mortero de reparación con los recubrimientos adecuados.

Fuente: Los Autores

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Tabla 162. Inspección puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación	
<b>Elemento:</b> Losa	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<p><b>Fisuración</b></p> <p>Fisuración por cortante</p>	<p>Se presentan debido a los esfuerzos cortantes. En los extremos de las luces donde el cortante es mayor presentando fisuras oblicuas transversales a la dirección del acero principal.</p>
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	<p>Podría generar un daño estructural, una reducción de la durabilidad, la falla del elemento a largo plazo o un Descascaramiento que podría llevar a la corrosión del acero de refuerzo.</p> <p><b>Posible Solución:</b></p> <p>Hacer una inyección de un mortero de baja retracción o de un material epóxico.</p>

Fuente: Los Autores

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--

Tabla 163. Inspección puente vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación

<b>Puente:</b> Puente Vehicular La Caro Antiguo Con Ampliación	
<b>Elemento:</b> Junta de construcción	
<b>Patología:</b>	<b>Posibles Causas:</b>
<b>Contaminación biológica</b>  Se encuentra colmatación de tierra y material orgánico.	Falta de mantenimiento de la junta y desgaste del neopreno.
<b>Registro fotográfico:</b>	<b>Repercusiones:</b>
	Permite infiltración hacia los elementos inferiores del puente y pérdida de las propiedades del neopreno.  <b>Posible Solución:</b>  Restaurar los ángulos de acero, hacer una limpieza de los materiales colmatados y reemplazar la junta.

Fuente: Los Autores

### 3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

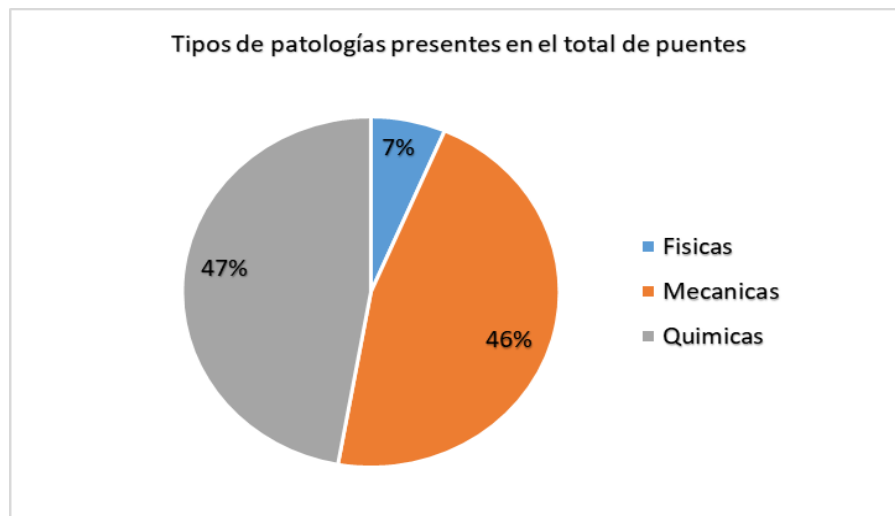
#### 3.1 TIPOS DE PATOLOGÍAS ENCONTRADAS

Tabla 164. Listado de patologías encontradas en los puentes vehiculares

Patología		
Químicas	Mecánicas	Físicas
lixiviación y eflorescencias	Fisuración	Humedad
Contaminación biológica	Construcción inadecuada de la junta	Infiltraciones
Corrosión	Asentamiento	
Contaminación por humo	Segregación del concreto	
Carbonatación	Hormigueo del concreto	
	Descascaramiento	
	Creep	
	Falta de sello de neopreno	

Fuente: Los Autores

Figura 13. Porcentaje tipo de patologías



Fuente: Los Autores



 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Según las inspecciones realizadas y el análisis contiguo se encontraron patologías de los tres grupos primarios. Químicas, físicas y mecánicas, donde predominan las patologías químicas con un porcentaje total del 47.20%, seguido de las patologías mecánicas con un 46.40% y por último las físicas con un 6.40% del total de puentes estudiados.

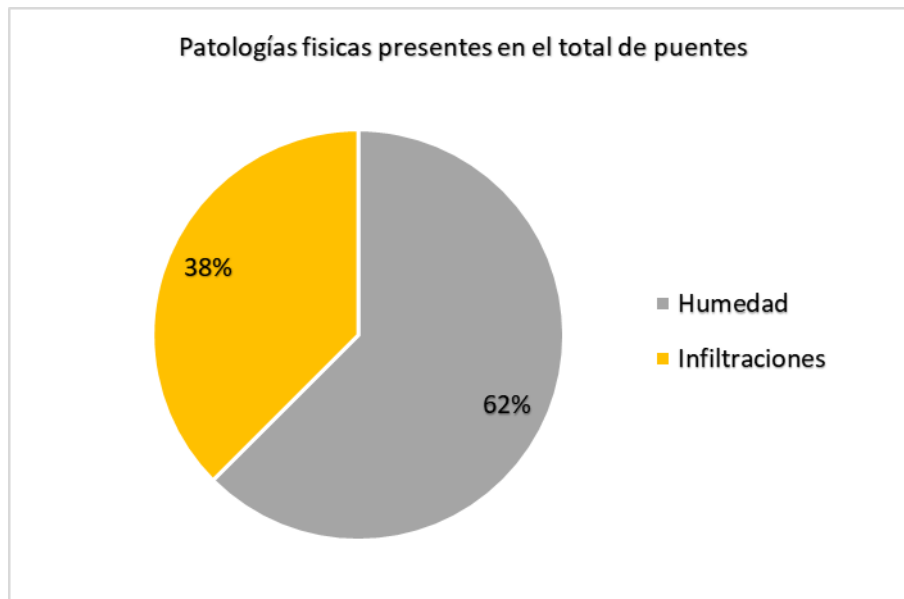
Se puede ver claramente que las patologías mecánicas y químicas son las de mayor presencia con un porcentaje superior al 90% y que las patologías físicas analizadas son pocas, ya que se estudiaron patologías que afecten o puedan llegar a afectar el comportamiento estructural de los puentes. Para el caso en particular, las patologías físicas están directamente relacionadas con las demás. En los puentes analizados se observan patologías relacionadas con el agua que conllevan a otro tipo de daño.

Si la humedad es excesiva por condiciones climáticas o por la naturaleza del cauce que atraviesa el puente, se empieza la cadena de patologías de otro tipo a partir del agua, por ejemplo la lixiviación y carbonatación, las cuales se reflejan mediante la humedad en el concreto. Las duras condiciones del entorno pueden crear delaminación del concreto y enseguida una corrosión si el acero de refuerzo queda expuesto.

Una patología que se evidenció en todos los puentes es el mal estado de las juntas de construcción, ya sea porque el neopreno se desgastó, porque la separación de la junta es superior comparándola con la que fue diseñada, por colmatación de tierra o crecimiento de material biológico. Esto sumado a la opción de que los drenajes de los puentes están taponados o simplemente no existen generan muchas de las patologías químicas y éstas se relacionan con la humedad que se filtra desde la superficie de la superestructura.

### 3.2 PATOLOGÍAS FÍSICAS

Figura 14. Patologías físicas



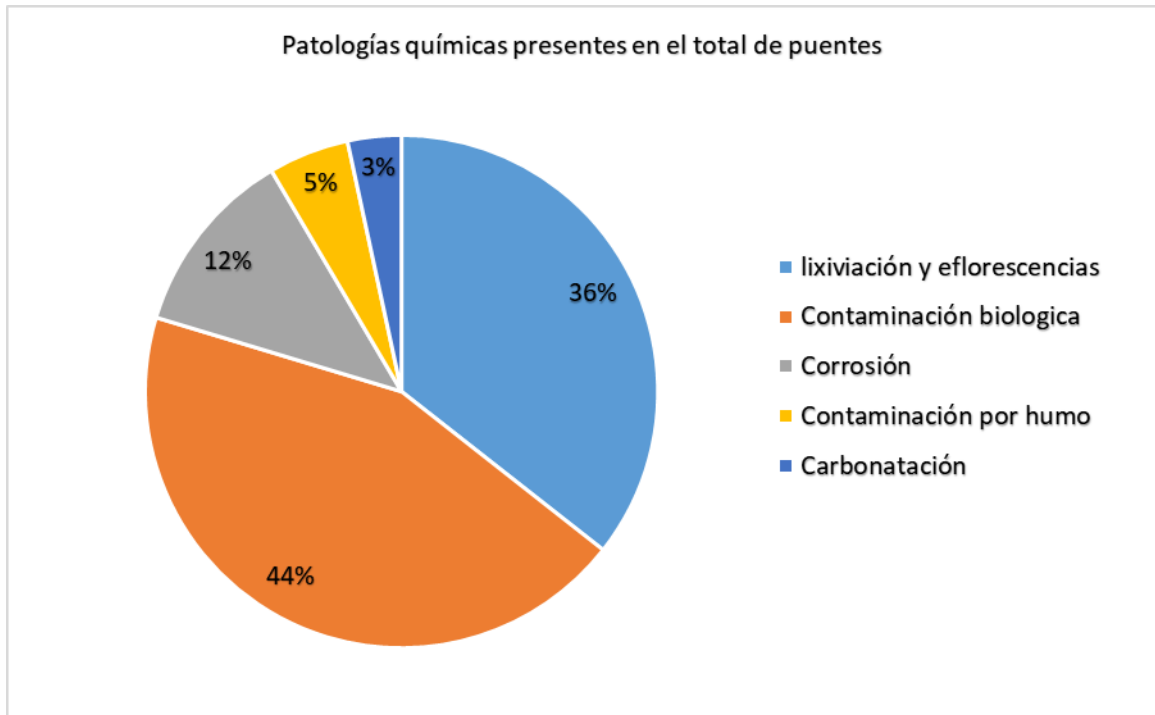
Fuente: Los Autores

Las patologías físicas encontradas están relacionadas directamente con el mantenimiento que los puentes no tienen, éstas patologías son inevitables porque se relacionan con el entorno en el que el puente se encuentra, por lo que la forma de combatirlas es haciendo mantenimientos de las estructuras periódicamente.

Si se hace un mantenimiento en la superficie de los puentes, (limpieza rutinaria) los drenajes y las juntas van a estar limpias y se podría evitar el crecimiento de materia orgánica. En la infraestructura es donde más se presentan patologías como la carbonatación, las lixiviaciones y las eflorescencias que pueden ser controladas con limpiezas periódicas de la humedad que empieza a aparecer en cada puente.

### 3.3 PATOLOGÍAS QUÍMICAS

Figura 15. Patologías químicas



Fuente: Los Autores

La patología que más afecta a las estructuras de estudio es la contaminación biológica, ésta no es una patología grave y su máxima repercusión esté en la absorción de calcio que puede tener la materia orgánica sobre el concreto, a pesar de esto es una patología que se ve en todos los puentes y que se puede considerar como un deterioro de la estructura por falta de mantenimiento, donde la parte estética también juega un papel importante, por lo que refleja ésta patología a nivel visual.

Las siguientes patologías en nivel de importancia son la lixiviación y eflorescencias, sumadas a la carbonatación que en total tienen más del 40% de patologías químicas. La lixiviación y eflorescencias están relacionadas con dos

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

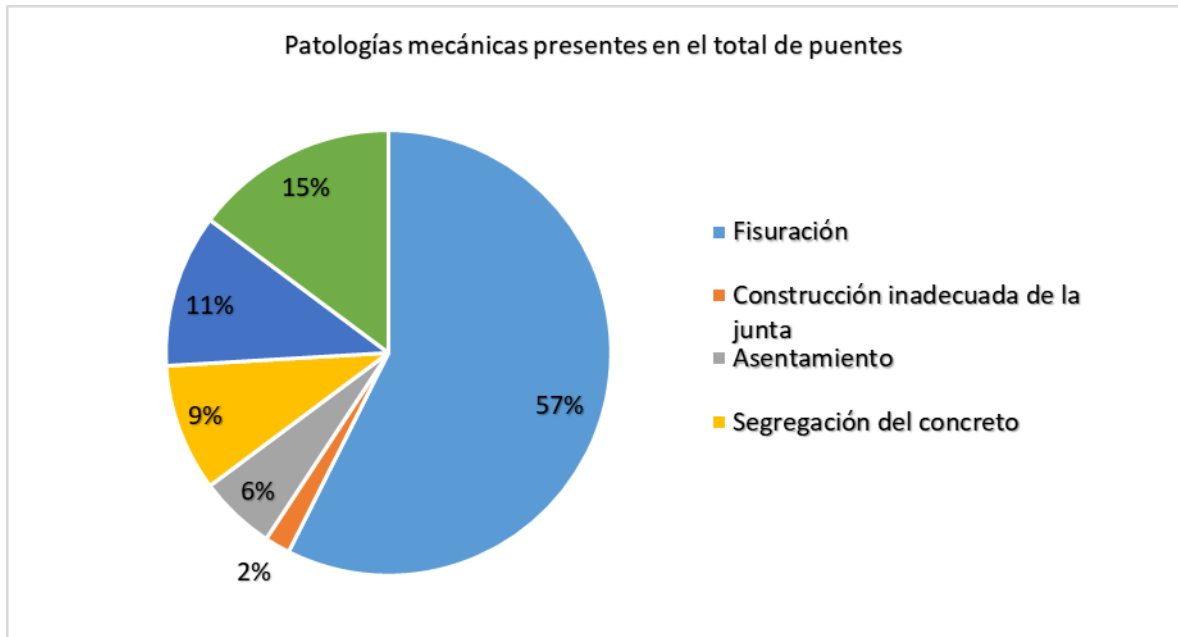
patologías mecánicas, las cuales son la limpieza de los drenajes y el estado de las juntas de construcción. Estas afectaciones se ven de manera masiva en algunos de los puentes analizados.

La corrosión es una de las patologías más graves ya que rápidamente puede generar fallos estructurales, afecta directamente el enlace entre el acero de refuerzo y el concreto, por lo que disminuye la resistencia y cambia las propiedades mecánicas de este compuesto. Se encuentra en un porcentaje del 8.11% de patologías de corrosión en su mayoría generadas por malos procesos constructivos, descascaramiento o delaminación del concreto.

La contaminación por humo es una patología particular de un puente en el que el tren de la sabana pasa por debajo y genera ésta suciedad en la estructura de las vigas y losa del puente.

### 3.4 PATOLOGÍAS MECÁNICAS

Figura 16. Patologías mecánicas



Fuente: Los Autores

La principal patología mecánica que tienen los puentes analizados es la fisuración en varios de sus elementos, este daño es muy específico para cada sitio donde se presenta y se relaciona con el comportamiento de la estructura.

Las fisuras más comunes encontradas en los puentes fueron las de retracción del fraguado, éstas se generaron por componente térmico que interactuó con la estructura en su fraguado, disminuyendo la cantidad de agua y teniendo repercusiones en un cambio volumétrico del material, esto genera tensiones internas y una tracción por lo que aparecen las fisuras.

En las pilas o apoyos intermedios de los puentes se encontraron fisuras por aplastamiento y exceso de carga axial, ésta siempre en sentido horizontal. Las principales fisuras en las losas fueron las generadas por flexión.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Las vigas presentaban fisuras por retracción del fraguado y las más graves vistas que son fisuras por cortante. Estas fisuras se encontraban en ángulo a 45 grados principalmente cercanas a los apoyos de las vigas.

La segregación y hormiguo del concreto se encontraba en todo tipo de elementos, estas patologías se dan por malas prácticas en los procesos constructivos. Se pueden dar este tipo de daños por medio de mala vibración del concreto, alturas inadecuadas para el vertimiento del concreto o incluso la escogencia de agregados incorrectos para la mezcla de concreto. Entre las dos patologías tenemos un porcentaje del 18.96%.

Las juntas de construcción están dañadas en su mayoría por impactos constantes, falta de mantenimiento y exposición directa al ambiente.

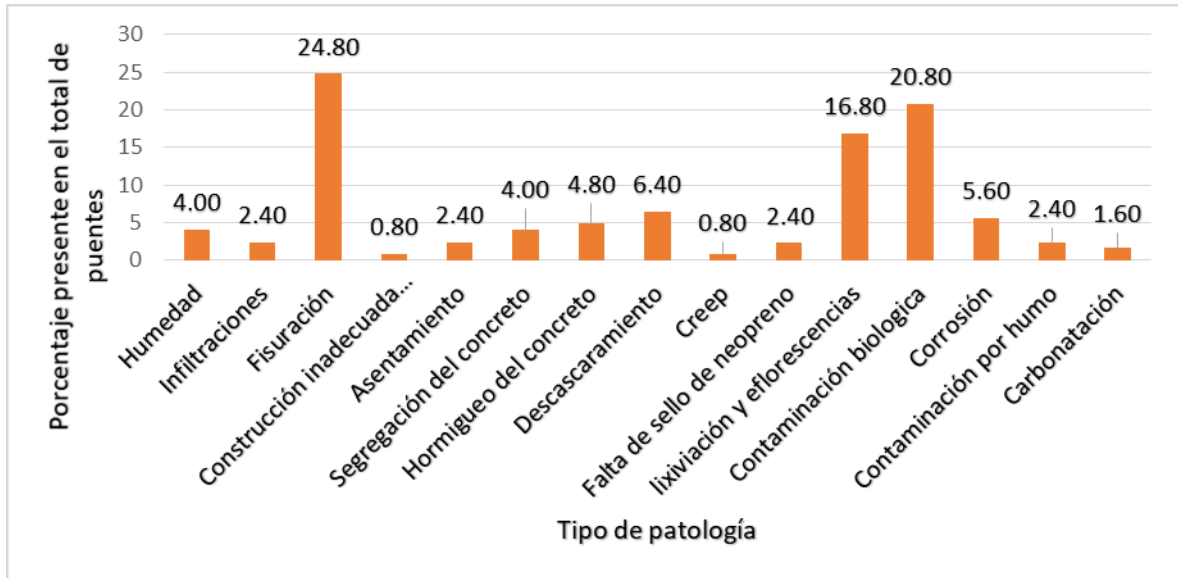
Los descascaramientos que se presentan en el concreto se pueden derivar a las agresivas condiciones a las que se exponen los elementos, como son la humedad y posiblemente a las calidades del concreto. Además hay delaminación por agentes externos en varios puentes que posiblemente son impactos con algún objeto.

Por último, los asentamientos se presentan en algunos puentes y es difícil predecir por que se presenta de manera diferencial, pudo ser por errores en los estudios geotécnicos, movimientos sísmicos, infiltraciones de agua y cambios en el suelo o sobrecargas inesperadas. Ésta patología es difícil de corregir por su complejidad y costo y no será atendida a menos que un estudio económico o una afectación a la seguridad de usuario lo justifique.<sup>30</sup>

---

<sup>30</sup> AMERICAN CONCRETE INSTITUTE ACI 224. Op. cit, 14-21 p.

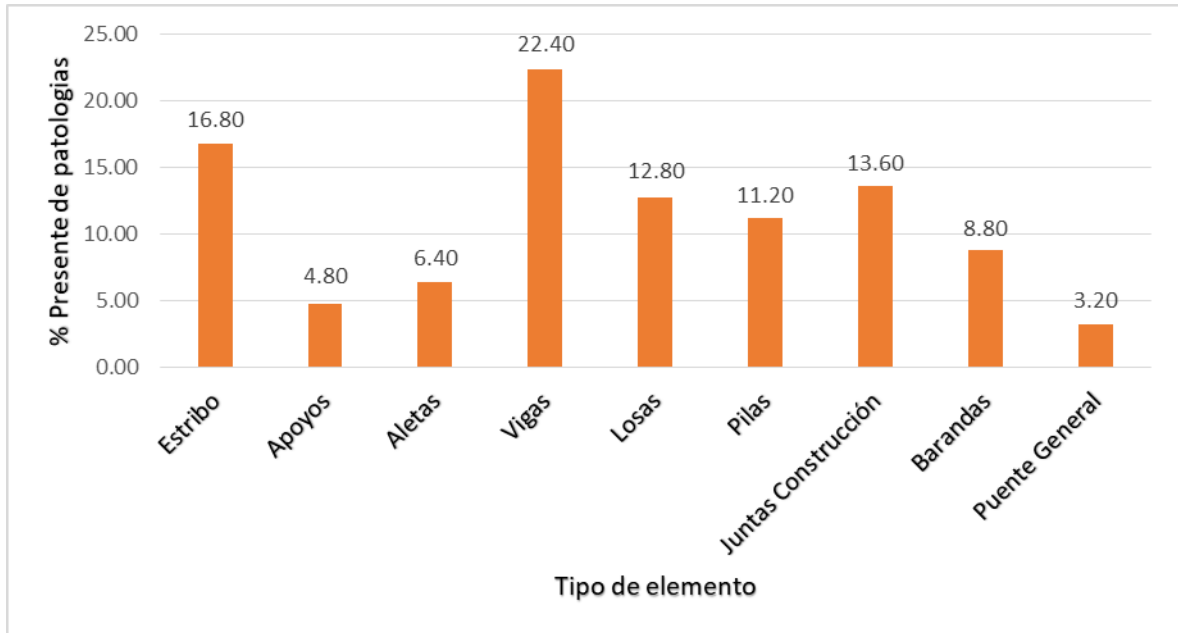
Figura 17. Índice de daños por tipo de Patología



Fuente: Los Autores

Los daños con más influencia en las estructuras de los puentes analizados son las fisuras, las lixiviaciones, eflorescencias y la contaminación biológica. Esta estadística se relaciona directamente con los materiales de construcción de los puentes ya que no se consideraron puentes metálicos y las patologías están orientadas hacia el concreto reforzado.

Figura 18. Patología por elemento



Fuente: Los Autores

En la gráfica anterior podemos observar los elementos más afectados a nivel general por patologías. Las vigas tienen la mayor afectación con un 22.40% donde la mayoría de este porcentaje se representa en fisuras y lixiviaciones. Aunque en menor escala se encuentra un daño grave que es la corrosión.

Los estribos son el segundo elemento más afectado por patologías con un 16.80%, esto es directamente proporcional al elemento en tercer lugar con más daños que son las juntas de construcción con un 13.60%. Por las juntas de construcción se permite la filtración de agua que lleva a patologías como lixiviaciones, eflorescencias y carbonatación que representan la mayoría de daños en los estribos.



 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 0</p>
--	---	----------------------------------

## 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 CONCLUSIONES

En la inspección visual de los puentes vehiculares se evidenció un deterioro consecuente al uso habitual para el cual se diseñaron éstas estructuras, en la mayoría de los estribos se encontró exceso de tierra, vegetación, graffitis y suciedad, esto puede ser consecuencia de la falta de mantenimiento a estos puentes, así como la presencia de habitantes de calle. En los elementos funcionales no estructurales se observaron daños y desgaste en los dispositivos de las juntas de dilatación así como de los sellos de neopreno, esto puede ser causado por un desgaste mayor para el cual fueron diseñados, así como vandalismo o un mal procedimiento de instalación ocasionando filtraciones hacia los apoyos de los puentes y en algunos casos un sobresalto que genera deterioro en el concreto de las juntas de dilatación.

Se observa que las barreras en concreto y andenes de los puentes presentan manchas de humedad y daños como agrietamientos y desconches de concreto, en algunos casos impactos de vehículos, en las barreras metálicas se presenta corrosión y oxidación, elementos doblados por impactos, desprendidos por vandalismo o acción del tiempo en las soldaduras. En cuanto a los elementos funcionales estructurales (losas, viga cajón y pilas) se observan fisuras, agrietamientos, desconche, lixiviación, colmatación y manchas de humo, en algunos casos se presenta vegetación, causada por la filtración de agua debido al fallido sistema de desagüe de los puentes. En cuanto a los neoprenos de los estribos se observaron con bastante humedad y vegetación, en algunos de ellos se presentan fisuras horizontales. Algunos puentes cuentan con sendero peatonal los cuales se encuentran en buen estado, no presentan patologías ni daños en el concreto, los pasamanos de estos senderos tienen un alto índice de corrosión y bastante vegetación por encontrarse cerca al cauce del río Bogotá.

Se concluye que por medio de la inspección visual y levantamiento desarrollados se caracterizó detalladamente cada una de las patologías en los puentes vehiculares localizados en la autopista norte – La Caro – Briceño. De esta manera por medio del trabajo de inspección y seguido de un análisis de resultados estadísticos se lograron reconocer, clasificar y relacionar las patologías de cada puente y así evaluar y dar un diagnóstico para establecer un orden de intervención según su importancia y prioridad.

Al realizar la inspección visual se determinaron una serie de dimensiones geométricas para realizar cada uno de los planos de levantamiento correspondientes a los puentes donde se localizaron las patologías presentes.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

Así mismo se puede concluir que la mayor patología presente en los puentes es la fisuración. Las vigas son los elementos más afectados por esta patología a pesar de que aparecen en otros elementos como las losas, las pilas o apoyos intermedios entre luces. Otras patologías con nivel alto de daño encontradas fueron las corrosiones, las fisuras a cortante, asentamientos diferenciales y daños en las juntas de construcción.

Además, se puede concluir que la sustancia con más incidencia en las patologías de los puentes analizados es el agua por medio de la humedad, las infiltraciones y la falta de mantenimiento. Patologías como la carbonatación, lixiviaciones, eflorescencias y contaminación biológica se presentan a partir de los factores mencionados.

Adicionalmente, se concluye que la falta de mantenimiento es un factor importante para que se desarrollen muchas de las patologías en las estructuras analizadas. Si se hiciera un mantenimiento periódico se podría evitar corregir y eliminar un porcentaje cercano al 91.9% de las patologías químicas presentes en las estructuras, este porcentaje corresponde a lixiviaciones, carbonataciones, contaminación biológica y contaminación por agentes externos.

Por otra parte, al realizar el levantamiento e inspección visual se logró identificar que la mayor afectación presente en los diferentes elementos de los puentes son las fisuras, pero la patología que está presente en el 100% de los puentes y conlleva a otras patologías es el mal estado o instalación inadecuada de las juntas de construcción generando infiltraciones hacia la infraestructura.

Finalmente se concluye que la mayoría de los puentes analizados en la inspección visual se encuentran en un estado aceptable para su funcionamiento, pero en cada uno de ellos hay una serie de patologías que deben ser corregidas a corto y mediano plazo para no afectar más las condiciones estructurales de los puentes ni su correcto funcionamiento, entre estas patologías está la corrosión de elementos de protección, las juntas de construcción deterioradas o sin sello, la vegetación presente en estribos, pilas, juntas y andenes de los puentes y las fisuras de más de 3 mm de espesor.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

## 4.2 RECOMENDACIONES

Se sugiere realizar un mantenimiento general a todos los puentes que incluya las siguientes recomendaciones:

- Realizar un hidrolavado general del puente.
- Se recomienda realizar mantenimiento rutinario y limpieza en todos los componentes del puente.
- Se recomienda la aplicación de una capa de impermeabilizante para la protección de todas las superficies de concreto.
- Ejecutar labores de reparación de concreto localizado en los diferentes componentes del puente.
- En las barandas se recomienda realizar las reparaciones de concreto o acero según corresponda.
- En las juntas de dilatación se debe hacer mantenimiento rutinario y cambiar los sellos de neopreno. Además se recomienda colocar una junta de dilatación con el respectivo sello de neopreno entre los puentes “centro chía oriental, Occidental y central” para evitar infiltraciones en medio de los puentes.
- En las losas, vigas y pilas se recomienda inyectar las fisuras para sellarlas, hacer una imprimación asfáltica en la losa para evitar infiltraciones y realizar reparaciones de concreto localizadas.
- Se recomienda realizar inyección de fisuras en todos los elementos de la superestructura de espesor mayores a 0.30 mm por durabilidad de la estructura.
- Se recomienda realizar limpieza abrasiva y pintura de los elementos metálicos que presenten corrosión.
- Se recomienda realizar las reparaciones de concreto en los andenes y tapar los huecos existentes para evitar infiltraciones y para evitar accidentes de los peatones.
- Se recomienda reemplazar los neoprenos dañados.
- Se recomienda realizar la próxima Inspección Principal en un máximo (1) año y verificar si las sugerencias fueron aplicadas.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

## BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS - AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 1998. Amer Assn of State Hwy, 2011.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE - ACI 224. Control of Cracking in Concrete Structures Committee. ACI-224 R-01, 2001. 2-6 p.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE - ACI 364. Guide for Evaluation of Concrete Structures prior to Rehabilitation. ACI 364.1R-07. 2018. p 3.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE ACI 224. Op. cit, 14-21 p.

ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA AIS, Norma Colombiana De Diseño De Puentes LRFD (CCP-14), 2014.

AVENDAÑO RODRIGUEZ, Elizabeth. Detección, tratamiento y prevención de patologías en sistemas de concreto estructural utilizados en infraestructura industrial. Trabajo de grado Licenciatura en Ingeniería Civil. San Jose, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Facultad de ingeniería. escuela de ingeniería civil, 2006. 17-24 p.

AVENDAÑO RODRIGUEZ, Elizabeth. Op. cit, 19-30 p.

BROTO COMERMA, Carles. Enciclopedia Broto de Patologías de la construcción. España: International, Links, 2006. 31-37 p.

PRECIADO, Jair. Bogotá región, crecimiento urbano en la consolidación del territorio metropolitano. Trabajo de investigación. Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 2009.

BROTO COMERMA. Op. cit, p 32.

CARDOZO BELTRÁN, Tatiana. Posibles tipologías de puentes vehiculares para la ciudad de Bogotá. Trabajo de grado Ingeniería Civil. Universidad de los Andes. Facultad de ingeniería civil. Bogota, 2014. 4-7 p.

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--

CONSTRUMÁTICA, ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN. Las patologías más frecuentes detectadas en las inspecciones de puentes de la red de carreteras del Estado. Instituto Colombiano. [online] España 2008. [citado 08, mayo, 2018] Disponible en internet: <[https://www.construmatica.com/construpedia/Patologías\\_en\\_Puentes](https://www.construmatica.com/construpedia/Patologías_en_Puentes)>.

CONSTRUMÁTICA. Ibid., p. 2.

CONSTRUMÁTICA. Patologías En Puentes [online] [citado 20, junio, 2018] Disponible en internet: <[http://www.construmatica.com/construpedia/Patologías\\_en\\_Puentes](http://www.construmatica.com/construpedia/Patologías_en_Puentes)>.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM. Las patologías más frecuentes detectadas en las inspecciones de puentes de la red de carreteras del estado. [online] Colombia. 2017. [citado 20, junio, 2018]. Disponible en internet < <http://www.ideam.es/wp-content/uploads/2017/03/Patolog%C3%ADas.pdf>>.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Manual Para La Inspección Visual de Puentes y Pontones (Bogotá D.C.: Convenio Interadministrativo 0587-03 INVIAS 2006. 1-3 p.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Op. cit, 1-9 p.

MACDONALD, Susan. Concrete: Building Pathology. Wiley-blackwell. Dec. 2002. p. 6 ISBN: 978-0-632-05251-6

MONTEJO, Alfonso. MONTEJO, Francy y MONTEJO, Alejandro. Tecnología y Patología Del Concreto Armado. Bogotá D.C.: U. Católica de Colombia, 2013. # p. ISBN 9789588465500.

OCHOA RUBIO, Tomás. Hidrología, Hidráulica y Socavación En Puentes, 1. ed. Bogotá D.C.: ECOE Ediciones. 2017. 3-15 p. ISBN 978-958-771-435-7.

ORTEGA ANDRADE, Francisco. Humedades en la edificación. Sevilla, España: Editan SA, 1989. 16-27 p. ISBN 10: 8487005012.

ORTÍZ SOTO, David. Efectos de la deformación del creep en columnas de concreto. Tesis de grado de maestría en ingeniería civil. México D.F. Instituto Politecnico Nacional. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura. Sección de Estudios de posgrado e Investigación. 2015. 2-17 p.

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO	<b>FECHA: 2018</b>  <b>VERSIÓN 0</b>
--	--	--

PIÑEIRO, R. GUTIÉRREZ JIMÉNEZ, J.P. Y ASENJO MJÍN, V. Procesos patológicos frecuentes en edificación. Casos de estudio. Instituto de ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IET cc-CSIC). Madrid. España. ISBN: 978-84-7292-367-6

REVISTA CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA. La Carbonatación, enemigo olvidado del concreto. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. [online] México. Diciembre 2000. [citado 15, octubre, 2018]. Disponible en internet: <<http://www.imcyc.com/revista/2000/dic2000/carbonatacion.htm>>.

REPÚBLICA DE PERÚ. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Resolución directoral N° 012-2006-MTC/14 (14 de marzo de 2006) Guía Para Inspección de Puentes. Lima, Perú. 2006. 3-4 p.

SANCHEZ DE GUZMAN, Diego. Durabilidad y Patología Del Concreto. 2 ed. Asocreto, 2013. 160 p. ISBN BOO85L2MNO.

SIKA, Rehabilitación fisuras en el concreto reforzado. [online]. Colombia 2014, 19. [citado 18, octubre, 2018] Disponible en internet: <[file:///C:/Users/yody.santofimio/Downloads/SikaColombia-Rehabilitaci%C3%B3n-Fisuras\\_en\\_el\\_Concreto\\_Reforzado.pdf](file:///C:/Users/yody.santofimio/Downloads/SikaColombia-Rehabilitaci%C3%B3n-Fisuras_en_el_Concreto_Reforzado.pdf)>.

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID, Manual De Patología De La Edificación, 2004. P. 16.

WEBMASTER TOTALPEGO. Patología de la construcción. [online]. Estado Lara Venezuela. 25, mayo 2016. [Citado 29, junio, 2018]. Disponible en internet: <<http://totalpego.com/cms/patologia-de-la-construccion/>>.

WRIGHT, Paul H. And DIXON, Karen K. Highway Engineering. 7 ed. State of Georgia: Limusa Wiley, 2003. 16 p. ISBN - 13: 978-0471264613.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>INSPECCIÓN VISUAL Y ESTUDIO DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE PUENTES VEHICULARES EN LA AUTOPISTA NORTE LA CARO - BRICEÑO</p>	<p><b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 0</b></p>
--	---	--

## **ANEXOS**

Anexo A. Planta, alzado y secciones (10 puentes)

Anexo B. Localización patologías (10 puentes)